

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 379 365**

51 Int. Cl.:
C22C 9/00 (2006.01)
A01K 63/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **05770474 .4**
96 Fecha de presentación: **10.08.2005**
97 Número de publicación de la solicitud: **1777311**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **25.04.2007**

54 Título: **Estructura usada en agua de mar, hilo o barra de aleación de cobre que forman la estructura, y procedimiento para fabricar el hilo o barra de aleación de cobre**

30 Prioridad:
10.08.2004 JP 2004233952

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
25.04.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
25.04.2012

73 Titular/es:
**MITSUBISHI SHINDOH CO., LTD.
7-35, 4-CHOME KITA-SHINAGAWA
SHINAGAWA-KU TO, JP**

72 Inventor/es:
OISHI, Keiichiro

74 Agente/Representante:
Fúster Olaguibel, Gustavo Nicolás

ES 2 379 365 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

Estructura usada en agua de mar, hilo o barra de aleación de cobre que forman la estructura, y procedimiento para fabricar el hilo o barra de aleación de cobre.

CAMPO DE LA INVENCION

- 5 La presente invención se refiere a estructuras de red para agua de mar usadas bajo o en contacto con el agua de mar, como redes de piscicultura, sistemas de captación de agua de mar de instalaciones de generación de energía eléctrica o instalaciones de desalinización, y filtros de agua de mar de motores marinos, a un hilo o barra de aleación de cobre usados para la estructura de red y a un procedimiento para fabricar el hilo o barra de aleación de cobre.

TÉCNICA ANTERIOR

- 10 El documento JP-07/197.140 desvela una aleación de cobre usada para material tubular, laminar o de varillas.
- Las redes de cultivo usadas para piscicultura, como atún, jurel o pez globo, están hechas en general de hierro o fibra artificial, como nailon, polipropileno o polietileno (por ejemplo, Documento de patente 1).
- 15 Por desgracia, las redes de cultivo de hierro (en lo sucesivo referidas como redes de hierro) y las redes de cultivo de fibra artificial (en lo sucesivo referidas como redes sintéticas) atrapan fácilmente organismos marinos, como balanos y otras algas y crustáceos. Los organismos marinos taponan la malla de la red y dificultan así el paso del agua de mar a través de la malla. En consecuencia, no pueden suministrarse suficientemente el oxígeno y los nutrientes del agua a las regiones de cultivo, y así los peces de piscicultura no engordan. Así, se reduce la productividad y la fortaleza física de los peces de piscicultura. El rendimiento del cultivo se reduce, ya que se debilita la resistencia a bacterias patógenas. Además, se producen fácilmente los parásitos, como gusanos de las branquias y de la piel. Los organismos marinos que se adhieren a la red interfieren con el comportamiento del atún y otros peces migratorios que se frotan contra la red. Esto puede afectar negativamente al crecimiento de los peces de piscicultura y provocar incapacidad de crecimiento debido a tensiones y enfermedades. En consecuencia, es necesario eliminar con frecuencia los organismos marinos atrapados de la red y los parásitos de los peces de piscicultura. Esta tarea es dura y exigente, y requiere costes extremadamente elevados.
- 25 Además, la red de hierro es propensa a romperse en un plazo de tiempo relativamente breve por corrosión de sus hilos, dado que el hierro que es el material constituyente de la red tiene una baja resistencia a la corrosión por el agua de mar. Aun cuando sólo se rompa una parte de la red, los peces de piscicultura pueden escapar por el hueco, lo que produce pérdidas considerables. Por tanto, es preciso sustituir la red de hierro en intervalos regulares. La red de hierro es sustituida en general cada dos años (o aproximadamente cada año, en algunos casos). La duración de la red de hierro es así muy corta. Por otra parte, la red sintética atrapa más fácilmente los organismos marinos, como crustáceos y algas, que la red de hierro, y en consecuencia es necesario eliminar los organismos marinos atrapados con una frecuencia mayor o igual a la de la red de hierro. Aunque la red sintética no se corroe con el agua de mar, tiene intrínsecamente una baja resistencia a la cizalla. Algunas redes sintéticas pueden tener una duración más corta que la red de hierro dependiendo de las circunstancias, y puede ser necesario sustituirlas en menor tiempo. Para sustituir una red es preciso transferir los peces de piscicultura. La sustitución de la red no sólo requiere mucho esfuerzo y coste, sino que además produce efectos adversos (por ejemplo, tensiones) en los peces de piscicultura. Además, la red sintética debe ser recubierta con un agente antiincrustante de forma regular. Los esfuerzos y los costes de esta tarea son también elevados, y no puede ignorarse el coste de eliminación del agente antiincrustante de desecho.
- 30 En consecuencia, se ha propuesto usar una red de cultivo hecha de hilos de aleación de cobre (en lo sucesivo referida como red de cobre) en lugar de la red de hierro o la red sintética que tiene las desventajas descritas anteriormente (por ejemplo, Documento de patente 2). En el uso de la red de cobre, los iones de Cu que se desprenden de los hilos impiden que los organismos marinos, como los balanos, se adhieran a la red (lo que se refiere como "propiedad antiincrustante") y esterilizan o desinfectan la región de agua de mar de cultivo. Por ello, no es necesario eliminar organismos que se adhieran a la red. En consecuencia, pueden reducirse los esfuerzos y los costes de eliminación de los organismos a la vez que se eliminan los efectos adversos en los peces de piscicultura. Además, la esterilización o desinfección de las regiones de cultivo puede evitar enfermedades en los peces de piscicultura y efectos adversos de los parásitos en la mayor medida posible, lo que permite así que los peces de piscicultura crezcan sanos con mucha rapidez.
- 35 Documento de patente 1: Publicación de solicitud de patente japonesa no examinada nº 10-337.132
- 50 Documento de patente 2: Publicación de solicitud de patente japonesa no examinada nº 11-140.677

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIONProblemas que deben resolverse con la invención

- 55 Las redes de cultivo se cuelgan bajo la superficie del mar. Si la resistencia mecánica de los hilos de una red es insuficiente, los hilos pueden romperse debido a su propio peso. La red de cultivo es mecida por las olas y el viento y recibe el rozamiento debido al comportamiento de los peces migratorios. En consecuencia, los hilos entran en intenso contacto (rozamiento) entre sí y terminan por desgastarse. Además, la red de cultivo experimenta repetidas colisiones con las olas. Los impactos de las colisiones erosionan los hilos de las redes, haciendo con ello que los hilos se hagan más finos (denominado fenómeno de erosión-corrosión). Además, el agua de mar corroe el metal. Los hilos son corroídos por el contacto con agua de mar (en lo sucesivo referido como "corrosión por agua de mar"). En la línea del agua, la velocidad de corrosión por agua de mar aumenta por célula de concentración de oxígeno u otra reacción electroquímica. Por tanto, una red de cultivo hecha de hilos en la que una cualquiera de la resistencia mecánica, la resistencia al desgaste, la resistencia a la erosión-corrosión y la resistencia a la corrosión por agua de mar es
- 60

insuficiente tiene una duración insatisfactoria.

5 Aunque se han propuesto varios materiales para redes de cobre, las aleaciones de cobre conocidas no cumplen todos los requisitos para la red de cultivo en términos de la resistencia mecánica, la resistencia al desgaste, la resistencia a la erosión-corrosión y la resistencia a la corrosión por agua de mar. Por ejemplo, las aleaciones basadas en cobre puro tienen problemas en cuanto a tenacidad, resistencia al desgaste y resistencia a la erosión-corrosión; las aleaciones de cobre de Cu-Zn tienen problemas en cuanto a resistencia al desgaste, resistencia a la erosión-corrosión y resistencia a la corrosión por agua de mar, lo que incluye resistencia a la corrosión por descincado; las aleaciones de cobre de Cu-Ni tienen problemas en cuanto a resistencia al desgaste y resistencia a la erosión-corrosión (y se añaden los costes de material). Según los resultados experimentales obtenidos por los autores de la presente invención, las redes de cultivo hechas de aleaciones de cobre conocidas tienen duraciones menores o iguales que las de las redes de hierro. Por ejemplo, incluso una red hecha de bronce naval (JIS C4621, CDA C46400, C46500), que es una aleación de cobre que tiene una mayor resistencia al agua de mar, tiene sólo sustancialmente la misma duración que las redes de hierro (duración de dos años como máximo). Como la red de cultivo hecha de una aleación de cobre usa material más caro que la red de hierro o sintética, la red de cobre que tiene dicha duración supone una pérdida económica aun cuando sea ventajosa en términos de propiedades antiincrustantes y desinfección y esterilización. La red de cobre todavía no se ha puesto en uso práctico debido a su deficiente rentabilidad económica total, lo que incluye la duración, aunque tiene unas propiedades antiincrustantes, bactericidas y esterilizantes superiores en cultivo a las redes de hierro y las redes sintéticas.

20 En consecuencia, el objeto de la presente invención es proporcionar una estructura de red usada en agua de mar, como una red de piscicultura, que tenga una durabilidad altamente mejorada, lo que incluye resistencia al agua de mar, con mantenimiento de sus propiedades intrínsecas, y proporcionar un material de aleación de cobre de Cu-Zn-Sn en forma de hilo o barra usado de forma adecuada para la estructura de red.

Medios para resolver los problemas

25 Según un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un material de aleación de cobre de Cu-Zn-Sn en forma de hilo o barra según se define en la reivindicación 1, que forma una estructura de red para agua de mar destinada a su uso bajo o en contacto con el agua de mar, como una red de piscicultura. El material de aleación de cobre se selecciona entre las siguientes composiciones primera a sexta.

30 Un primer material de aleación de cobre tiene una composición que contiene: del 62 al 91% en masa (preferentemente del 63 al 82% en masa, más preferentemente del 64 al 77% en masa) de Cu; del 0,6 al 3% en masa de Sn; y siendo el resto Zn. El valor de composición $Y1 = [Cu] - 0,5[Sn]$ derivado del contenido de Cu [Cu] y el contenido de Sn [Sn] en términos de % en masa es de 62 a 90 (preferentemente de 62,5 a 81, más preferentemente de 63 a 76, con la máxima preferencia de 64 a 74). El material de aleación de cobre tiene una estructura de fases que incluye una fase α , una fase γ y una fase δ , y la relación de área total de las fases α , γ y δ es del 95 al 100% (preferentemente del 98 al 100%, más preferentemente del 99,5 al 100%).

35 Un segundo material de aleación de cobre contiene además al menos un elemento X1 seleccionado entre el grupo que consiste en As, Sb, Mg y P, como añadido a la composición del primer material de aleación de cobre. Más específicamente, el segundo material de aleación de cobre tiene una composición que contiene: del 62 al 91% en masa (preferentemente del 63 al 82% en masa, más preferentemente del 64 al 77% en masa) de Cu; del 0,6 al 3% en masa, preferentemente del 0,8 al 2,5% en masa de Sn; al menos un elemento X1 seleccionado entre el grupo que consiste en del 0,02 al 0,25% en masa (preferentemente del 0,03 al 0,12% en masa) de As, del 0,02 al 0,25% en masa (preferentemente del 0,03 al 0,12% en masa) de Sb, del 0,001 al 0,2% en masa (preferentemente del 0,002 al 0,15% en masa, más preferentemente del 0,005 al 0,1% en masa) de Mg, y del 0,01 al 0,25% en masa (preferentemente del 0,02 al 0,18% en masa, más preferentemente del 0,025 al 0,15% en masa, con la máxima preferencia del 0,035 al 0,12% en masa) de P; y siendo el resto Zn. El valor de composición $Y2 = [Cu] - 0,5[Sn] - 3[P] - 0,5[X1]$ derivado del contenido de Cu [Cu], el contenido de Sn [Sn], el contenido de P [P], y el contenido total en X1 [X1] (excepto P) en términos de % en masa es de 62 a 90 (preferentemente de 62,5 a 81, más preferentemente de 63 a 76, con la máxima preferencia de 64 a 74). El material de aleación de cobre tiene una estructura de fases que incluye una fase α , una fase γ y una fase δ , y la relación de área total de las fases α , γ y δ es del 95 al 100% (preferentemente del 98 al 100%, más preferentemente del 99,5 al 100%).

50 Un tercer material de aleación de cobre contiene además al menos un elemento X2 seleccionado entre el grupo que consiste en Al, Mn, Si y Ni, como añadido a la composición del primer material de aleación de cobre. Más específicamente, el tercer material de aleación de cobre tiene una composición que contiene: del 62 al 91% en masa (preferentemente del 63 al 82% en masa, más preferentemente del 64 al 77% en masa) de Cu; del 0,6 al 3% en masa, preferentemente del 0,8 al 2,5% en masa de Sn; al menos un elemento X2 seleccionado entre el grupo que consiste en del 0,02 al 1,5% en masa (preferentemente del 0,05 al 1,2% en masa, más preferentemente del 0,1 al 1% en masa) de Al, del 0,05 al 1,5% en masa (preferentemente del 0,2 al 1% en masa) de Mn, del 0,02 al 1,9% en masa (preferentemente del 0,1 al 1% en masa) de Si, y del 0,005 al 0,5% en masa (preferentemente del 0,005 al 0,1% en masa) de Ni; y siendo el resto Zn. El valor de composición $Y3 = [Cu] - 0,5[Sn] - 3,5[Si] - 1,8[Al] + [Mn] + [Ni]$ derivado del contenido de Cu [Cu], el contenido de Sn [Sn], el contenido de Al [Al], el contenido de Mn [Mn], el contenido de Si [Si] y el contenido de Ni [Ni] en términos de % en masa es de 62 a 90 (preferentemente de 62,5 a 81, más preferentemente de 63 a 76, con la máxima preferencia de 64 a 74). El material de aleación de cobre tiene una estructura de fases que incluye una fase α , una fase γ y una fase δ , y la relación de área total de las fases α , γ y δ es del 95 al 100% (preferentemente del 98 al 100%, más preferentemente del 99,5 al 100%).

65 Un cuarto material de aleación de cobre contiene además los elementos X1 y X2 como añadido a la composición del primer material de aleación de cobre. Más específicamente, el cuarto material de aleación de cobre tiene una composición que contiene: del 62 al 91% en masa (preferentemente del 63 al 82% en masa, más preferentemente del 64 al 77% en masa) de Cu; del 0,6 al 3% en masa, preferentemente del 0,8 al 2,5% en masa de Sn; al menos un elemento X1 seleccionado entre el grupo que consiste en del 0,02 al 0,25% en masa (preferentemente

del 0,03 al 0,12% en masa) de As, del 0,02 al 0,25% en masa (preferentemente del 0,03 al 0,12% en masa) de Sb, del 0,001 al 0,2% en masa (preferentemente del 0,002 al 0,15% en masa, más preferentemente del 0,005 al 0,1% en masa) de Mg, y del 0,01 al 0,25% en masa (preferentemente del 0,02 al 0,18% en masa, más preferentemente del 0,025 al 0,15% en masa, con la máxima preferencia del 0,035 al 0,12% en masa) de P; al menos un elemento X2 seleccionado entre el grupo que consiste en del 0,02 al 1,5% en masa (preferentemente del 0,05 al 1,2% en masa, más preferentemente del 0,1 al 1% en masa) de Al, del 0,05 al 1,5% en masa (preferentemente del 0,2 al 1% en masa) de Mn, del 0,02 al 1,9% en masa (preferentemente del 0,1 al 1% en masa) de Si, y del 0,005 al 0,5% en masa (preferentemente del 0,005 al 0,1% en masa) de Ni; y siendo el resto Zn. El valor de composición $Y4 = [Cu] - 0,5[Sn] - 3[P] - 0,5[X1] - 3,5[Si] - 1,8[Al] + [Mn] + [Ni]$ derivado del contenido de Cu [Cu], el contenido de Sn [Sn], el contenido de P [P], el contenido total en X1 [X1] (excepto P), el contenido de Al [Al], el contenido de Mn [Mn], el contenido de Si [Si] y el contenido de Ni [Ni] es de 62 a 90 (preferentemente de 62,5 a 81, más preferentemente de 63 a 76, con la máxima preferencia de 64 a 74). El material de aleación de cobre tiene una estructura de fases que incluye una fase α , una fase γ y una fase δ , y la relación de área total de las fases α , γ y δ es del 95 al 100% (preferentemente del 98 al 100%, más preferentemente del 99,5 al 100%).

15 Preferentemente, la relación de área total de las fases γ y δ en los materiales de aleación de cobre primero a cuarto es del 0 al 10% (más preferentemente del 0 al 5%, más preferentemente todavía del 0 al 3%).

20 Un quinto material de aleación de cobre tiene una composición que contiene: del 62 al 91% en masa (preferentemente del 63 al 82% en masa, más preferentemente del 64 al 77% en masa) de Cu; del 0,6 al 3% en masa, preferentemente del 0,8 al 2,5% en masa de Sn; del 0,0008 al 0,045% en masa (preferentemente del 0,002 al 0,029% en masa, más preferentemente del 0,004 al 0,024% en masa, con la máxima preferencia del 0,006 al 0,019% en masa) de Zr; del 0,01 al 0,25% en masa (preferentemente del 0,02 al 0,18% en masa, más preferentemente del 0,025 al 0,15% en masa, con la máxima preferencia del 0,035 al 0,12% en masa) de P; y siendo el resto Zn. El valor de composición $Y5 = [Cu] - 0,5[Sn] - 3[P]$ derivado del contenido de Cu [Cu], el contenido de Sn [Sn], y el contenido de P [P] en términos de % en masa es de 62 a 90 (preferentemente de 62,5 a 81, más preferentemente de 63 a 76, con la máxima preferencia de 64 a 74). El material de aleación de cobre tiene una estructura de fases que incluye una fase α , una fase γ y una fase δ , y la relación de área total de las fases α , γ y δ es del 95 al 100% (preferentemente del 98 al 100%, más preferentemente del 99,5 al 100%). Además, el tamaño de grano medio del material de aleación de cobre es 0,2 mm o menos (preferentemente 0,1 mm o menos, óptimamente 0,06 mm o menos) después de fusión-solidificación. El tamaño de grano medio después de fusión-solidificación mencionado en el quinto material de aleación de cobre y los materiales de aleación de cobre sexto al octavo descritos anteriormente se refiere al promedio de tamaños de granos cristalinos macroscópicos y/o microscópicos después de fusión-solidificación realizados por colada o soldadura del material de aleación de cobre, sin procesamiento de deformación (extrusión, laminado, etc.) o tratamiento por calor.

35 Un sexto material de aleación de cobre contiene además al menos un elemento X3 seleccionado entre el grupo que consiste en As, Sb y Mg, como añadido a la composición del quinto material de aleación de cobre. Más específicamente, el sexto material de aleación de cobre tiene una composición que contiene: del 62 al 91% en masa (preferentemente del 63 al 82% en masa, más preferentemente del 64 al 77% en masa) de Cu; del 0,6 al 3% en masa, preferentemente del 0,8 al 2,5% en masa de Sn; del 0,0008 al 0,045% en masa (preferentemente del 0,002 al 0,029% en masa, más preferentemente del 0,004 al 0,024% en masa, con la máxima preferencia del 0,006 al 0,019% en masa) de Zr; del 0,01 al 0,25% en masa (preferentemente del 0,02 al 0,18% en masa, más preferentemente del 0,025 al 0,15% en masa, con la máxima preferencia del 0,038 al 0,12% en masa) de P; al menos un elemento X3 seleccionado entre el grupo que consiste en del 0,02 al 0,25% en masa (preferentemente del 0,03 al 0,12% en masa) de As, del 0,02 al 0,25% en masa (preferentemente del 0,03 al 0,12% en masa) de Sb, y del 0,001 al 0,2% en masa (preferentemente del 0,002 al 0,15% en masa, más preferentemente del 0,005 al 0,1% en masa) de Mg; y siendo el resto Zn. El valor de composición $Y6 = [Cu] - 0,5[Sn] - 3[P] - 0,5[X3]$ derivado del contenido de Cu [Cu], el contenido de Sn [Sn], el contenido de P [P] y el contenido total en X3 [X3] en términos de % en masa es de 62 a 90 (preferentemente de 62,5 a 81, más preferentemente de 63 a 76, con la máxima preferencia de 64 a 74). El material de aleación de cobre tiene una estructura de fases que incluye una fase α , una fase γ y una fase δ , y la relación de área total de las fases α , γ y δ es del 95 al 100% (preferentemente del 98 al 100%, más preferentemente del 99,5 al 100%). El tamaño de grano medio después de fusión-solidificación es 0,2 mm o menos (preferentemente 0,1 mm o menos, con la máxima preferencia 0,06 mm o menos).

55 Un séptimo material de aleación de cobre contiene además al menos un elemento X4 seleccionado entre el grupo que consiste en Al, Mn, Si y Ni como añadido a la composición del quinto material de aleación de cobre. Más específicamente, el séptimo material de aleación de cobre tiene una composición que contiene: del 62 al 91% en masa (preferentemente del 63 al 82% en masa, más preferentemente del 64 al 77% en masa) de Cu; del 0,6 al 3% en masa, preferentemente del 0,8 al 2,5% en masa de Sn; del 0,0008 al 0,045% en masa (preferentemente del 0,002 al 0,029% en masa, más preferentemente del 0,004 al 0,024% en masa, con la máxima preferencia del 0,006 al 0,019% en masa) de Zr; del 0,01 al 0,25% en masa (preferentemente del 0,02 al 0,18% en masa, más preferentemente del 0,025 al 0,15% en masa, con la máxima preferencia del 0,035 al 0,12% en masa) de P; al menos un elemento X4 seleccionado entre el grupo que consiste en del 0,02 al 1,5% en masa (preferentemente del 0,05 al 1,2% en masa, más preferentemente del 0,1 al 1% en masa) de Al, del 0,05 al 1,5% en masa (preferentemente del 0,2 al 1% en masa) de Mn, del 0,02 al 1,9% en masa (preferentemente del 0,1 al 1% en masa) de Si, y del 0,005 al 0,5% en masa (preferentemente del 0,005 al 0,1% en masa) de Ni; y siendo el resto Zn. El valor de composición $Y7 = [Cu] - 0,5[Sn] - 3[P] - 3,5[Si] - 1,8[Al] + [Mn] + [Ni]$ derivado del contenido de Cu [Cu], el contenido de Sn [Sn], el contenido de P [P], el contenido de Al [Al], el contenido de Mn [Mn], el contenido de Si [Si] y el contenido de Ni [Ni] en términos de % en masa es de 62 a 90 (preferentemente de 62,5 a 81, más preferentemente de 63 a 76, con la máxima preferencia de 64 a 74). El material de aleación de cobre tiene una estructura de fases que incluye una fase α , una fase γ y una fase δ , y la relación de área total de las fases α , γ y δ es del 95 al 100% (preferentemente del 98 al 100%, más preferentemente del 99,5 al 100%). Además, el tamaño de grano medio después de fusión-solidificación es 0,2 mm o menos (preferentemente 0,1 mm o menos, con la máxima preferencia 0,06 mm o menos).

70 Un octavo material de aleación de cobre contiene además los elementos X3 y X4 como añadido a la composición del quinto material de aleación de cobre. Más específicamente, el octavo material de aleación de cobre

5 tiene una composición que contiene: del 62 al 91% en masa (preferentemente del 63 al 82% en masa, más preferentemente del 64 al 77% en masa) de Cu; del 0,6 al 3% en masa, preferentemente del 0,8 al 2,5% en masa de Sn; del 0,0008 al 0,045% en masa (preferentemente del 0,002 al 0,029% en masa, más preferentemente del 0,004 al 0,024% en masa) de Zr; del 0,006 al 0,019% en masa) de Zr; del 0,01 al 0,25% en masa (preferentemente del 0,02 al 0,18% en masa, más preferentemente del 0,025 al 0,15% en masa, óptimamente del 0,035 al 0,12% en masa) de P; al menos un elemento X3 seleccionado entre el grupo que consiste en del 0,02 al 0,25% en masa (preferentemente del 0,03 al 0,12% en masa) de As, del 0,02 al 0,25% en masa (preferentemente del 0,03 al 0,12% en masa) de Sb, del 0,001 al 0,2% en masa (preferentemente del 0,002 al 0,15% en masa, y más preferentemente del 0,005 al 0,1% en masa) de Mg; al menos un elemento X4 seleccionado entre el grupo que consiste en del 0,02 al 1,5% en masa (preferentemente del 0,05 al 1,2% en masa, más preferentemente del 0,1 al 1% en masa) de Al, del 0,05 al 1,5% en masa (preferentemente del 0,2 al 1% en masa) de Mn, del 0,02 al 1,9% en masa (preferentemente del 0,1 al 1% en masa) de Si, y del 0,005 al 0,5% en masa (preferentemente del 0,005 al 0,1% en masa) de Ni; y siendo el resto Zn. El valor de composición $Y8 = [Cu] - 0,5[Sn] - 3[P] - 0,5[X3] - 3,5[Si] - 1,8[Al] + [Mn] + [Ni]$ derivado del contenido de Cu [Cu], el contenido de Sn [Sn], el contenido de P [P], contenido total en X3 [X3], el contenido de Al [Al], el contenido de Mn [Mn], el contenido de Si [Si] y el contenido de Ni [Ni] en términos de % en masa es de 62 a 90 (preferentemente de 62,5 a 81, más preferentemente de 63 a 76, con la máxima preferencia de 64 a 74). El material de aleación de cobre tiene una estructura de fases que incluye una fase α , una fase γ y una fase δ , y la relación de área total de las fases α , γ y δ es del 95 al 100% (preferentemente del 98 al 100%, más preferentemente del 99,5 al 100%). Además, el tamaño de grano medio después de fusión-solidificación es 0,2 mm o menos (preferentemente 0,1 mm o menos, con la máxima preferencia 0,06 mm o menos).

25 Cada uno de los materiales de aleación de cobre quinto a octavo se prepara añadiendo Zr y P, que son elementos de refinado del grano, a cada composición de los materiales de aleación de cobre primero a cuarto. Así, los granos cristalinos de los materiales de aleación de cobre quinto a octavo son refinados después de la fusión-solidificación de manera que se mejoren adicionalmente las características que los materiales de aleación de cobre primero a cuarto tienen originalmente y de manera que se asegure una alta colabilidad. Específicamente, los materiales de aleación de cobre quinto a octavo respectivamente tienen la misma o sustancialmente la misma composición (constituidos por los mismos elementos en las mismas proporciones, con la salvedad de que el resto es Zn) que los materiales de aleación de cobre primero a cuarto (referidos como materiales de aleación de cobre antes de la mejora para la comparación con los materiales de aleación de cobre quinto a octavo), excepto porque contiene Zr y P. Cada uno de los materiales de aleación de cobre quinto a octavo se modifica de manera que su tamaño de grano medio macroscópico o microscópico se reduce a 1/4 o menos (preferentemente 1/10 o menos, más preferentemente 1/25 o menos) después de la fusión-solidificación, añadiendo Zr y P conjuntamente. Para modificar el material de aleación de cobre con más eficacia, el contenido de Sn [Sn], el contenido de Zr [Zr] y el contenido de P [P] en términos de % en masa de los materiales de aleación de cobre quinto a octavo cumplen preferentemente $Z1 = 0,5$ a 150 (preferentemente $Z1 = 0,8$ a 50, más preferentemente $Z1 = 1,5$ a 15, con la máxima preferencia $Z1 = 2,0$ a 12), $Z2 = 1$ a 3.000 (preferentemente $Z2 = 15$ a 1.000, más preferentemente $Z2 = 30$ a 500, con la máxima preferencia $Z2 = 40$ a 300), y $Z3 = 0,2$ a 250 (preferentemente $Z3 = 3$ a 160, más preferentemente $Z3 = 5$ a 90, con la máxima preferencia $Z3 = 8$ a 60), en el que $Z1 = [P]/[Zr]$, $Z2 = [Sn]/[Zr]$ y $Z3 = [Sn]/[P]$. Además, la relación de área total de las fases γ y δ en la estructura de fases es preferentemente del 0 al 10% (más preferentemente del 0 al 5%, más preferentemente todavía del 0 al 3%). Óptimamente, la fase γ está en un estado límite en el que puede formarse o no; por ello, tiene la máxima preferencia que la relación de área de la fase γ sea enormemente cercana al 0%. Óptimamente, la fase P no se produce, o si se produce, su relación de área debe estar limitada al 5% o menos. Preferentemente, los materiales de aleación de cobre quinto a octavo dan lugar cada uno a una estructura cristalina cuya red dendrítica se rompe después de fusión-solidificación, y más preferentemente la estructura de grano cristalino bidimensional está en forma circular o una forma similar después de fusión-solidificación. Con el fin de refinar los granos cristalinos durante la fusión-solidificación, es importante tener en cuenta la velocidad de enfriamiento durante la fusión-solidificación. Por ejemplo, si la velocidad de enfriamiento es de 0,05°C/s o menos, la tasa de crecimiento dendrítico se hace más elevada que la de nucleación del cristal, de manera que la nucleación del cristal es cancelada por el crecimiento dendrítico. En consecuencia, los granos cristalinos no pueden refinarse con eficacia. Con el fin de producir granos cristalinos finos circulares o similares, es preferible que se tenga en cuenta la velocidad de enfriamiento durante la fusión-solidificación. En general, una velocidad de enfriamiento preferida es 0,1°C/s o más (más preferentemente 0,3°C/s o más). El tamaño de grano cristalino, la estructura del cristal y la estructura de grano cristalino bidimensional después de fusión-solidificación se refieren a aquellas después de realizar la fusión-solidificación por colada o soldadura de los materiales de aleación de cobre quinto a octavo, sin procesamiento de deformación, como extrusión o laminado, o tratamiento por calor.

55 Cualquiera de los materiales de aleación de cobre quinto a octavo puede contener impurezas inevitables. Si el material de aleación de cobre contiene Fe y/o Ni como impurezas inevitables (excepto para los materiales de aleación de cobre séptimo y octavo que contienen Ni), sus contenidos son cada uno preferentemente del 0,5% en masa o menos. Si el contenido de estas impurezas es elevado, consumen Zr y P, que contribuyen al refinado de los granos cristalinos, para inhibir el refinado de los granos cristalinos, desventajosamente. Por tanto, es preferible que si se contienen Fe y/o Ni como impurezas, sus contenidos estén limitados cada uno al 0,5% en masa o menos (más preferentemente, al 0,2% en masa o menos, más preferentemente todavía al 0,1% en masa o menos, con la máxima preferencia al 0,05% en masa o menos).

65 Los materiales de aleación de cobre primero a cuarto se proporcionan en general en forma procesada en plástico preparada mediante procesamiento plástico (extrusión o laminado, y procesamiento físico de deformación que puede realizarse después de la extrusión o laminado, como trefilado, estirado o laminado) en el que un gran material de colada (por ejemplo, tocho o lingote) obtenido por colada en molde metálico se forma en hilos o barras. Por ejemplo, entre dichos materiales procesados con plástico se incluyen hilos o barras procesados con plástico primarios obtenidos por extrusión o laminado de un material de colada e hilos o barras procesados con plástico secundarios obtenidos sometiendo los hilos o barras procesados con plástico primarios a trefilado, estirado o laminado. Los materiales de aleación de cobre quinto a octavo se proporcionan en forma de hilo o barra de procesamiento combinado preparados por colada, como, por ejemplo, colada continua horizontal o colada ascendente (colada alta), o sometiendo posteriormente el material de procesamiento por colada a procesamiento plástico (procesamiento físico de deformación, como trefilado). El material de procesamiento combinado se obtiene, por ejemplo, por trefilado, estirado o laminado de

un material de procesamiento por colada. En el procesamiento plástico para preparar el material procesado con plástico o el material de procesamiento combinado, pueden contemplarse los siguientes casos según la diferencia entre los diámetros antes y después de procesamiento de los hilos o barras: (1) se repite varias veces el mismo procedimiento para procesamiento plástico (por ejemplo, se repite varias veces el trefilado o estirado); (2) se combinan diferentes tipos de procesamiento plástico (por ejemplo, se extrude un material, y posteriormente el material extrudido se somete a trefilado), y (3) se combinan los casos (1) y (2) (por ejemplo, se somete repetidamente un material extrudido a trefilado varias veces). En cualquiera de los casos (1) a (3), se realiza un tratamiento por calor (temple) apropiado una o más veces antes y/o después del procesamiento plástico, según se necesite. Este tratamiento por calor puede realizarse con el fin de potenciar la propiedad antiincrustante o las propiedades antibióticas (propiedades bactericidas y esterilizantes) del material de aleación de cobre.

En los materiales de aleación de cobre primero a octavo, Cu y Zn son necesarios para controlar el desprendimiento de los iones de cobre del material de aleación de cobre bajo el agua de mar, asegurando una resistencia suficiente para las redes de cultivo o similares, y evitando que el material se desgaste por contacto con las olas y los peces y por contacto con otras partes del material. Estos efectos no pueden producirse suficientemente si el contenido de Cu es inferior al 62% en masa. La resistencia a la corrosión también empeora. Además, un contenido de Cu de más del 91% en masa no puede alcanzar una resistencia suficiente al agua de mar, y la tenacidad y la resistencia al desgaste empeoran. Para que Cu y Zn aseguren una tenacidad, resistencia a la corrosión y resistencia al agua de mar suficientes, el contenido de Cu debe fijarse en el 62 al 91% en masa. Para fijar el contenido de Cu, deben considerarse las proporciones con los demás elementos constituyentes. En particular, el límite inferior y el límite superior del contenido de Cu deben fijarse a la vista de las siguientes consideraciones, aunque dependiendo de la proporción entre el contenido de Sn y el contenido de Zn. El límite inferior debe establecerse de manera que, en primer lugar, pueda asegurarse una resistencia a la corrosión y una resistencia a la erosión-corrosión más estables y, en segundo lugar, el cristal primario esté en una fase α durante la fusión-solidificación y participe en la reacción peritética de manera que se permita el refinado del grano durante la fusión-solidificación. El límite superior debe establecerse de manera que, en primer lugar, se asegure una mayor tenacidad y resistencia al desgaste y, en segundo lugar, el material de aleación de cobre tenga una resistencia a la deformación en caliente tan baja que sea extrudido a través de un pequeño diámetro, desde el punto de vista de la reducción de costes, si se prepara por extrusión en caliente. En tercer lugar, el límite superior debe fijarse de manera que permita la reacción peritética para un mayor refinado del grano durante la fusión-solidificación. A la vista de estas consideraciones, el contenido de Cu debe fijarse en el 62 al 91% en masa, preferentemente del 63 al 82% en masa, y con la máxima preferencia del 64 al 77% en masa. Zn, así como Cu y Sn, es uno de los constituyentes primarios de la composición (basada en Cu-Zn-Sn) de la aleación de los materiales de aleación de cobre primero a octavo. El Zn ayuda a que se produzca la reacción peritética, que refina los granos cristalinos de la aleación durante la fusión-solidificación, reduce la energía de defecto de apilado de la aleación para potenciar la fluidez del metal fundido y acelerar la reducción de su punto de fusión en una etapa de formación del hilo, y potencia la resistencia a la corrosión (en particular, la resistencia a la erosión-corrosión) y la resistencia mecánica (resistencia a la tracción, límite convencional de elasticidad, resistencia al impacto, resistencia al desgaste, resistencia a la fatiga, etc.) de los hilos resultantes. En particular en los materiales de aleación de cobre quinto a octavo, el Zn también acelera el refinado de granos cristalinos durante la fusión-solidificación y evita que se pierda Zr por oxidación.

En los materiales de aleación de cobre primero a octavo, Sn está destinado principalmente a potenciar la resistencia a la corrosión (por ejemplo, resistencia al agua de mar). La adición del 0,01% en masa o más de Sn potencia la resistencia a la corrosión, la resistencia a la erosión-corrosión, la resistencia al desgaste y la tenacidad. Sin embargo, un contenido de Sn de más del 4% en masa produce estos efectos en cierta medida según el contenido. Por el contrario, dicho contenido de Sn produce una colabilidad degradada (que provoca grietas, cavidades por contracción y cavidades por contracción porosas), con lo que se degrada la manejabilidad en caliente y la manejabilidad en frío. Para el uso del material de aleación de cobre para redes de piscicultura, ajustando el contenido de Sn al 0,1% en masa o más, puede incrementarse la tenacidad del material de aleación de las redes de cultivo. Un mayor contenido de Sn no sólo potencia la resistencia al agua de mar y la resistencia a la erosión-corrosión del material de la red de cultivo, sino que además evita que los hilos se desgasten por la acción de las olas o similares para potenciar eficazmente la resistencia al desgaste por rozamiento por los peces o entre los hilos. Esto se debe a que se forman recubrimientos resistentes a la corrosión ricos en Sn sobre las superficies de los hilos y los recubrimientos impiden que los peces entren en contacto directo con los hilos, y que los hilos se desgasten por el contacto con el agua de mar que fluye a alta velocidad. Además, el Sn amplía el intervalo de composición en el que puede producirse la reacción peritética (por refinado eficaz de los granos cristalinos durante la fusión-solidificación). Cuando aumenta el contenido de Sn, puede producirse la reacción peritética en composiciones que tengan un intervalo más amplio de contenido de Cu en la práctica. En consecuencia, el contenido de Sn es del 0,6% en masa o más, y preferentemente del 0,8% en masa o más. En cambio, un contenido de Sn de más del 4% en masa permite que la fase γ o δ , que es una fase difícil que tiene un contenido mayor de Sn que la fase original (fase α), se produzca notablemente en una relación de área del 10% o más, pero dependiendo de los contenidos de Cu y Zn. En consecuencia, el material puede convertirse en frágil durante trefilado, y la fase γ puede experimentar selectivamente corrosión para reducir la resistencia al agua de mar. Si la red sufre repetidamente tensiones intensas, la red puede experimentar una fractura por fatiga. Así, un contenido de Sn excesivamente alto hace que el Sn se segregue de forma importante para degradar la ductilidad en caliente y la manejabilidad y la ductilidad en frío, pero dependiendo de los contenidos de Cu y Zn. Además, el intervalo de temperatura de solidificación se amplía según el aumento del contenido de Sn, y en consecuencia se degrada la colabilidad. A la vista de estas consideraciones, el contenido de Sn debe fijarse en el 0,6 al 3% en masa, y preferentemente del 0,8 al 2,5% en masa de manera que se establezca una proporción apropiada entre la fase γ y la fase δ . Con el fin de formar la fase γ y la fase δ con una proporción en el intervalo anterior y de fundir y dispersar el Sn uniformemente en la mayor medida posible, es preferible que la composición de la aleación se ajuste de manera que el valor de composición $Y_9 = 0,06[\text{Cu}] - [\text{Sn}]$ derivado de los contenidos de Cu y de Sn sea de 1 a 4,5 (preferentemente de 1,5 a 4,2, más preferentemente de 2 a 3,8, con la máxima preferencia de 2,5 a 3,5).

En los materiales de aleación de cobre quinto a octavo, se añaden Zr y P con el fin de refinar los granos cristalinos de la aleación de cobre resultante, en particular los granos cristalinos después de la fusión-solidificación. Aunque el Zr o el P usados en solitario pueden reducir sólo ligeramente el tamaño de grano cristalino de la aleación, así como otros elementos aditivos comunes, un uso combinado de Zr y P puede refinar los granos cristalinos de forma

notablemente eficaz. Este efecto de refinado de los granos cristalinos se ejerce cuando el contenido de Zr es del 0,0008% en masa o más, preferentemente del 0,002% en masa o más, más preferentemente del 0,004% en masa o más, y con la máxima preferencia del 0,006% en masa o más, y cuando el contenido de P es del 0,01% en masa o más, preferentemente del 0,02% en masa o más, más preferentemente del 0,025% en masa o más, y con la máxima preferencia del 0,035% en masa o más. Sin embargo, si el contenido de Zr alcanza el 0,045% en masa o el contenido de P alcanza el 0,25% en masa, el efecto del uso combinado de Zr y P en el refinado de granos cristalinos se satura completamente con independencia de los otros constituyentes y sus contenidos. Por ello, el contenido de Zr y de P capaz de ejercer este efecto con eficacia es del 0,045% en masa o menos y del 0,25% en masa o menos, respectivamente. Estos bajos contenidos de Zr y de P establecidos en los intervalos anteriores no inhiben las características derivadas de los otros constituyentes de la aleación resultante. Por el contrario, dichos contenidos de Zr y de P permiten el refinado del grano cristalino, de manera que el Sn puede dispersarse uniformemente sin formar una serie de regiones que tengan un alto contenido de Sn segregado. En consecuencia, pueden evitarse las grietas de colada y producirse coladas adecuadas con una baja microporosidad. Además, la manejabilidad del estirado en frío y la extracción en frío pueden potenciarse y, con ello, pueden potenciarse las características de la aleación resultante. En otras palabras, añadiendo pequeñas cantidades de Zr y P, las aleaciones de cobre basadas en Cu-Zn-Sn pueden modificarse de manera que tengan un menor tamaño de grano cristalino que sus aleaciones correspondientes que contienen los mismos constituyentes excepto Zr y P (como, por ejemplo, la aleación del quinto material de aleación de cobre correspondiente al primer material de aleación de cobre, la aleación del sexto material de aleación de cobre correspondiente al segundo material de aleación de cobre, la aleación del séptimo material de aleación de cobre correspondiente al tercer material de aleación de cobre y la aleación del octavo material de aleación de cobre correspondiente al cuarto material de aleación de cobre) mientras se garantizan características superiores o equivalentes a sus características originales.

El Zr tiene una afinidad extremadamente alta por el oxígeno. En consecuencia, si se funden materiales en bruto al aire o si se usan sobrantes (redes de cultivo de desecho) como materiales en bruto, el Zr es propenso a formar óxidos o sulfuros. La adición de una cantidad excesiva de Zr aumenta la viscosidad del metal fundido. El metal fundido atrapa óxidos o sulfuros durante la colada, y se producen así defectos de colada que derivan fácilmente en oquedades o microporosidades. Para impedirlo, la fusión y la colada pueden realizarse al vacío o en una atmósfera de gas completamente inerte. Sin embargo, se limita entonces la versatilidad del procedimiento y aumentan los costes de las aleaciones de cobre que contienen Zr como elemento de refinado del grano. A la vista de estas consideraciones, el contenido de Zr se fija preferentemente de manera que no forme óxidos o sulfuros. Dicho contenido de Zr es preferentemente del 0,0290% en masa o menos, más preferentemente del 0,0240% en masa o menos, y con la máxima preferencia del 0,0190% en masa o menos. Un contenido de Zr de estos intervalos reduce la formación de óxidos o sulfuros de circonio y hace así posible producir material de aleación de cobre sano constituido por granos cristalinos finos, aun cuando los materiales de aleación de cobre quinto a octavo se reutilicen y se fundan al aire.

En consecuencia, el contenido de Zr debe ser del 0,0008 al 0,045% en masa, preferentemente del 0,002 al 0,029% en masa, más preferentemente del 0,004 al 0,024% en masa, y con la máxima preferencia del 0,006 al 0,019% en masa.

En los materiales de aleación de cobre quinto a octavo, se añade P en combinación con Zr, según se describe anteriormente, para refinar los granos cristalinos. Sin embargo, P afecta a la resistencia al agua de mar, la resistencia a la corrosión, la colabilidad y la ductilidad en frío y en caliente. A la vista de los efectos de P sobre la resistencia al agua de mar, la resistencia a la corrosión, la colabilidad y la ductilidad en frío y en caliente además del efecto del uso combinado de P y Zr en el refinado de los granos cristalinos, el contenido de P debe fijarse en el 0,01 al 0,25% en masa, preferentemente del 0,02 al 0,18% en masa, más preferentemente del 0,025 al 0,15% en masa, y con la máxima preferencia del 0,035 al 0,12% en masa.

La presente invención se dirige también a un procedimiento para fabricar materiales de aleación de cobre, en particular los materiales de aleación de cobre quinto a octavo. En el procedimiento, el Zr en forma de aleación de cobre se añade inmediatamente antes del vertido en una etapa de colada de manera que en esta etapa puede evitarse la adición de óxidos o sulfuros de Zr. En la etapa de colada del material de colada usado en la fabricación de los materiales de aleación de cobre quinto a octavo, es preferible que el Zr se añada en una forma de aleación intermedia granular o de láminas delgadas (aleación de cobre) inmediatamente antes del vertido de manera que se evite la adición de Zr en forma de óxido o sulfuro. Como el Zr se oxida fácilmente, según se describe anteriormente, puede ser ventajoso que, en la colada, el Zr se añada inmediatamente antes del vertido. En este caso, el Zr está preferentemente en forma de una aleación intermedia de gránulos (tamaño de grano: aproximadamente 2 a 50 mm) o de lámina delgada (grosor: aproximadamente 1 a 10 mm) que tiene un punto de fusión bajo cercano al punto de fusión de la aleación de cobre objeto y que contiene muchos tipos de constituyentes (por ejemplo, en forma de aleación de Cu-Zr o Cu-Zn-Zr que contiene principalmente del 0,5 al 65% en masa de Zr, y del 0,1 al 5% en masa de cada uno de al menos un elemento seleccionado entre el grupo que consiste en P, Mg, Al, Sn, Mn y B), dado que el punto de fusión de Zr es de 800 a 1.000°C mayor que el de la aleación de cobre objeto. En particular, con el fin de reducir el punto de fusión de manera que el Zr pueda fundirse fácilmente, y con el fin de evitar que se pierda Zr por oxidación, se usa preferentemente una aleación con base de Cu-Zn-Zr que contiene del 0,2 al 35% en masa de Zr y del 15 al 50% en masa de Zn (más preferentemente del 1 al 15% en masa de Zr y del 25 al 45% en masa de Zn). El Zr degrada las conductividades eléctrica y térmica, que son características intrínsecas de aleaciones de cobre, pero dependiendo de la proporción con P usado en combinación con Zr. Sin embargo, si el contenido de Zr en forma que no es óxido ni sulfuro es el 0,045% en masa o menos (en particular, del 0,019% en masa o menos), es difícil reducir las conductividades eléctrica y térmica por adición de Zr. Aun cuando se reduzca la conductividad eléctrica o térmica, el grado de la reducción es muy pequeño en comparación con cuando no se añade Zr.

En el material de aleación de cobre quinto a octavo, el uso en solitario de Sn no potencia demasiado el efecto de refinado del grano. Sin embargo, el Sn usado en combinación con Zr y P ejerce notablemente el efecto de refinado del grano. El Sn potencia las propiedades mecánicas (por ejemplo, tenacidad), la resistencia a la corrosión y la resistencia al desgaste. Además, el Sn rompe los brazos de dendritas, o amplía los posibles intervalos de contenidos de Cu y Zn, que intervienen en la reacción peritética, para ayudar eficazmente a la reacción peritética. El Sn ayuda así

eficazmente a la granulación o el refinado de los granos cristalinos, y esta función de Sn es ejercida notablemente en particular en presencia de Zr (y P). La fase y producida añadiendo Sn obstaculiza el crecimiento de granos cristalinos después de la fusión-solidificación, contribuyendo así al refinado de grano de los granos cristalinos. Las fases y se forman a partir de regiones que tienen un alto contenido de Sn. Como las regiones que tienen un alto contenido de Sn están dispersas de manera uniforme y fina en la fase de fusión-solidificación, las fases y resultantes están también finamente dispersadas, y en consecuencia obstaculizan el crecimiento de granos cristalinos α a altas temperaturas después de solidificación. La fina dispersión de la fase y conduce a una alta resistencia a la corrosión y resistencia al desgaste. Por tanto, es preferible que, con el fin de producir el efecto del uso combinado de Zr y P en el refinado de los granos cristalinos de los materiales de aleación de cobre quinto a octavo, el contenido de Zr y de P se fije teniendo en cuenta su relación y la relación con el contenido de Sn. Específicamente, sus proporciones Z1 (= $[P]/[Zr]$), Z2 (= $[Sn]/[Zr]$), y Z3 (= $[Sn]/[P]$) se fijan preferentemente en los intervalos anteriores. Entre estas proporciones, la proporción Z1 entre P y Zr es importante en el refinado de los granos cristalinos. Si la proporción Z1 está en el intervalo anterior (Z1 = 0,5 a 150), la tasa de nucleación de cristales es mayor que la de crecimiento de cristales durante la fusión-solidificación. En consecuencia, incluso los granos de un producto de fusión-solidificación pueden refinarse en una medida equivalente a los granos de material trabajado en caliente o material recristalizado. En particular, ajustando la proporción Z1 entre P y Zr de 0,8 a 50, puede aumentarse el grado de refinado de granos cristalinos. Un valor de Z1 de 1,5 a 15 aumenta además el grado de refinado de grano cristalino; y un valor de Z1 de 2,0 a 12 aumenta todavía más el grado.

El elemento X1 (al menos un elemento seleccionado entre el grupo que consiste en As, Sb, Mg, y P) contenido en los materiales de aleación de cobre segundo y cuarto y el elemento X3 (al menos un elemento seleccionado entre el grupo que consiste en As, Sb, y Mg) contenido en los materiales de aleación de cobre sexto y octavo están destinados principalmente a potenciar la resistencia a la corrosión (en particular, la resistencia a la corrosión por descincado). La adición del 0,02% en masa o más de Sb o As potencia la resistencia al agua de mar y la resistencia a la corrosión. Para que estos elementos produzcan el efecto de potenciar la resistencia a la corrosión notablemente, se añade Sb o As preferentemente en una cantidad del 0,03% en masa o más. Sin embargo, un contenido de Sb o As de más del 0,25% en masa no produce este efecto en una medida según el contenido y reduce la ductilidad (facilidad de trefilado) del material. A la vista de la disminución de ductilidad, el contenido de Sb y el contenido de As deben fijarse cada uno en el 0,25% en masa o menos. Además, a la vista de la manejabilidad en caliente y la manejabilidad en frío, sus contenidos se fijan cada uno preferentemente en el 0,12% en masa o menos. Por ello, el contenido de As y Sb debe cada uno ser del 0,02 al 0,25% en masa, y preferentemente del 0,03 al 0,12% en masa.

Los materiales en bruto de la aleación de cobre incluyen a menudo sobrantes (tubos de intercambiador de calor de desecho), y los sobrantes contienen a menudo S (azufre). El uso de sobrantes que contienen S como materiales en bruto de una aleación, siendo Mg el elemento X1 o X3, potencia la fluidez de metal fundido en la colada, además de potenciar la resistencia a la corrosión. El Mg puede eliminar el S constituyente formando MgS, que tiene un efecto menos negativo que el S. Como el MgS no influye negativamente en la resistencia a la corrosión aun cuando permanezca en la aleación resultante, el Mg puede evitar eficazmente la degradación de la resistencia a la corrosión resultante de la presencia de S en el material en bruto. El S constituyente en el material en bruto es propenso a estar presente en los límites de grano y en consecuencia puede corroer los límites de grano. La adición de Mg puede evitar eficazmente la corrosión de límites de grano. Para producir dicho efecto, el contenido de Mg debe fijarse en el 0,001 al 0,2% en masa, preferentemente del 0,002 al 0,15% en masa, y más preferentemente del 0,005 al 0,1% en masa. En los materiales de aleación de cobre sexto y octavo, el metal fundido puede tener este alto contenido de S ya que el S consume Zr, desventajosamente. Añadiendo el 0,001% en masa o más de Mg al metal fundido antes de añadir Zr, el S constituyente en el metal fundido se elimina mediante la formación de MgS. Así, el problema anterior no tiene lugar. Sin embargo, si el contenido de Mg es mayor que el 0,2% en masa, el Mg se oxida, como en el caso del Zr, para incrementar la viscosidad de la fusión. En consecuencia, por ejemplo, los óxidos atrapados pueden arrastrar un defecto de colada. En el caso en el que se usa Mg como X3, por tanto, el contenido de Mg se fija en el intervalo anterior.

El P usado como X1 contribuye al aumento de la resistividad del agua de mar y aumenta la fluidez del metal fundido. Estos efectos se ejercen a un contenido de P del 0,01% en masa o más, preferentemente del 0,018% en masa o más, más preferentemente del 0,15% en masa o más, y con la máxima preferencia del 0,12% en masa o más. Sin embargo, un P excesivo puede influir negativamente en las ductilidades en frío y en caliente y en la colabilidad. A la vista de ello, el contenido de P debe fijarse en el 0,25% en masa o menos, preferentemente el 0,18% en masa o menos, más preferentemente el 0,15% en masa o menos, y con la máxima preferencia el 0,12% en masa o menos. Por ello, el contenido de P usado como X1 debe ser del 0,01 al 0,25% en masa, preferentemente del 0,02 al 0,018% en masa, más preferentemente del 0,025 al 0,15% en masa, y con la máxima preferencia del 0,035 al 0,12% en masa, como en el caso del P usado como constituyente necesario en los materiales de aleación de cobre quinto a octavo.

En los materiales de aleación de cobre tercero y cuarto o los materiales de aleación de cobre séptimo y octavo, el elemento X2 o X4, que es al menos un elemento seleccionado entre el grupo que consiste en Al, Si, Mn y Ni, se añade con el fin principalmente de potenciar la tenacidad, la fluidez, la resistencia a la erosión-corrosión a una alta velocidad de flujo y la resistencia al desgaste. En particular, la adición del elemento X2 o X4 es ventajosa cuando el material de aleación de cobre se usa como hilos o barras que forman estructuras de red para agua de mar (por ejemplo, redes de piscicultura). Añadiendo el elemento X2 o X4, el desgaste y deterioro de los hilos o barras puede evitarse eficazmente incluso en condiciones difíciles (cuando la red de cultivo se coloca en alta mar cuyas condiciones ambientales están estrechamente influidas por las olas o cuando la red se usa para cultivo de peces migratorios grandes y rápidos que golpean la red para producir impactos considerables, como el jurel o el atún). Por ejemplo, una estructura de red de agua de mar constituida por un gran número de hilos (en particular, red de piscicultura) puede desgastarse o desgarrarse rápidamente por causa del agua de mar o de las olas que impactan a alta velocidad, por contacto o golpeo con peces de piscicultura o por rozamiento de los hilos entre sí. Al y Si forman un recubrimiento de Al-Sn o Si-Sn fuerte y resistente a la corrosión sobre la superficie de los hilos. El recubrimiento potencia la resistencia al desgaste de los hilos para evitar el desgaste y deterioro de los hilos en la mayor medida posible. Una combinación de Mn y Sn también forma un recubrimiento resistente a la corrosión. Específicamente, Mn puede formar un compuesto intermetálico mediante el uso combinado con Si y potencia además la resistencia al desgaste de los hilos; por ello, el Mn tiene principalmente el efecto de formar un compuesto intermetálico que evita el desgaste y deterioro de los hilos. X2

5 potencia la fluidez del metal fundido en colada, y potencia asimismo la resistencia al desgaste. Para que X2 produzca estos efectos, debe añadirse el 0,02% en masa o más de Al o Si (para Al, es preferible el 0,05% en masa o más y es mucho más preferible el 0,1% en masa o más; para el Si, es preferible el 0,1% en masa o más). Si se añade Mn, el contenido de Mn debe ser del 0,05% en masa o más (preferentemente del 0,2% en masa o más). Sin embargo, si se
 10 añade más del 1,5% en masa de Mn o Al, la ductilidad se degrada para afectar negativamente al trefilado. En particular, cuando se usa la red de cultivo resultante en las condiciones difíciles descritas anteriormente, los materiales de la red pueden agrietarse o romperse por flexión repetida o similar. Para evitar eficazmente la degradación de la ductilidad y las grietas o roturas resultantes de la flexión repetida, el contenido de Si debe ser del 1,9% en masa o menos y los contenidos de Al y de Mn deben ser cada uno del 1,5% en masa o menos (para Al, es preferible el 1,2% en masa o menos y es más preferible el 1% en masa o menos; para Si y Mn, es preferible el 1% en masa o menos). Si se usa Al como X2 o X4, puede formar un recubrimiento de óxido denso en la superficie de la aleación de cobre mediante el
 15 tratamiento por calor (temple) apropiado, potenciando así adicionalmente la durabilidad. En este caso, el contenido de Al se fija preferentemente en el 0,1 al 1% en masa, y el tratamiento por calor se realiza preferentemente a una temperatura baja durante un largo tiempo. Específicamente, el tratamiento por calor se realiza preferentemente a una temperatura de 400 a 470°C durante 30 minutos a 8 horas. El contenido de Ni debe fijarse en el 0,005% en masa o más desde el punto de vista de potenciar la resistencia a la corrosión. A la vista de las influencias de Ni en la manejabilidad en caliente y el consumo (inhibiendo el refinado de grano cristalino) por Ni de Zr y P, que son útiles para el refinado de granos cristalinos en los materiales de aleación de cobre séptimo y octavo, el contenido de Ni es preferentemente del 0,5% en masa o menos (más preferentemente del 0,1% en masa o menos).

20 En los materiales de aleación de cobre primero a octavo, para asegurar las características de la estructura de red resultante (por ejemplo, red de piscicultura) (resistencia al agua de mar, resistencia al desgaste, ductilidad, tenacidad, etc.) suficientes para su uso bajo o en contacto con el agua de mar, el material de aleación debe tener la composición descrita anteriormente e incluir las fases α , γ y δ en una relación de área total del 95 al 100% (preferentemente del 98 al 100%, más preferentemente del 99,5 al 100%). Una fase γ y/o δ excesiva hace fácilmente que el material de aleación se rompa durante el trefilado, y en particular lleva la fase γ a corrosión selectiva para
 25 degradar la resistencia al agua de mar. Aunque la fase γ potencia la resistencia al desgaste y la resistencia a la erosión-corrosión y la fase potencia la resistencia a la erosión-corrosión, la presencia de la fase γ y/o δ degrada la ductilidad. Para alcanzar un equilibrio de la tenacidad, la resistencia al desgaste y la ductilidad sin romper por trefilado o degradación de la resistencia al agua de mar, el material de aleación tiene la composición descrita anteriormente y, preferentemente, la relación de área total de las fases γ y δ se fija en el 0 al 10% (preferentemente del 0 al 5%, más preferentemente del 0 al 3%). La estructura de fases puede estar ocupada por el 95 al 100% de fase α (preferentemente del 98 al 100%, más preferentemente del 99,5 al 100%), sin contener la fase γ ni la δ (por ejemplo, la estructura de fases está compuesta esencialmente sólo por la fase α , o las fases α y β), dependiendo del procedimiento de procesamiento plástico para fabricar los materiales de aleación de cobre primero a octavo. Si está presente la fase γ , es preferible que la fase γ se fracture (preferentemente, en fragmentos elípticos con una longitud de 0,2 mm o menos) desde el punto de vista de reducir al mínimo la corrosión selectiva por la fase γ y la degradación de la ductilidad. Dado que una serie de fragmentos de fase reduce la resistencia al agua de mar, la fase P no debe formarse a la vista de la resistencia al agua de mar. Sin embargo, la formación de la fase β potencia la manejabilidad en caliente (en particular manejabilidad por extrusión). En consecuencia, el contenido (relación de área) de la fase β es preferentemente del 5% o menos (preferentemente el 2% o menos, más preferentemente el 0,5% o menos). Si la resistencia al agua de mar es especialmente importante, es preferible que la estructura de fases no incluya entonces la fase β . Si alguno de los materiales de aleación de cobre primero a octavo tiene una estructura de fases que incluye la fase γ y/o la fase β , el material de aleación de cobre se somete preferentemente a un tratamiento por calor apropiado (por ejemplo, temple a una temperatura de 450 a 600°C durante 0,5 a 8 horas) para fracturar las fases γ y β en fragmentos esféricos. Al fracturar las fases γ y β en fragmentos esféricos, el efecto negativo resultante de la formación de las fases γ y β puede eliminarse en la mayor medida posible. En presencia de fragmentos de fase γ esféricos fracturados, por ejemplo, se reduce la degradación de la ductilidad, que se produce a partir de la formación de la fase γ , y se potencia la resistencia al desgaste. El tratamiento por calor se realiza, por ejemplo, por temple de homogenización (tratamiento por calor a una temperatura de 450 a 600°C y enfriamiento a 450°C) del material de aleación de cobre o su producto intermedio, y preferentemente por posterior temple de acabado a una temperatura de 400 a 470°C. Dado que el uso combinado de Zr y P refina los granos cristalinos para fracturar inevitablemente la fase γ en fragmentos esféricos, la fase γ puede dispersarse más uniformemente.

30 Con el fin de proporcionar la estructura de fases descrita anteriormente en los materiales de aleación de cobre primero a octavo, el contenido de Sn debe controlarse según las proporciones con el contenido de Cu y Zn. Específicamente, los contenidos de los elementos constituyentes deben fijarse de manera que los valores de composición Y1 a Y8 estén cada uno en el intervalo de 62 a 90 (preferentemente de 62,5 a 81, más preferentemente de 63 a 76, con la máxima preferencia de 64 a 74). Los límites inferiores de Y1 a Y8 se fijan según se describe anteriormente de manera que las proporciones de los constituyentes principales Cu, Sn y Zn aseguren superior resistencia al agua de mar, resistencia a la erosión-corrosión y resistencia al desgaste. Además, a la vista de la estirabilidad en frío, la ductilidad, la resistencia a la corrosión y la colabilidad asociadas con la fase γ y/o δ , los límites superiores de Y1 a Y8 deben fijarse según se describe anteriormente. Con el fin de asegurar estas propiedades, el contenido de Sn se hace variar dependiendo del contenido de Cu. En los materiales de aleación de cobre quinto a octavo, Zr y P se añaden principalmente para refinado de grano cristalino. Si los materiales de aleación de cobre primero a cuarto, que no contienen dichos elementos de refinado del grano, se producen en hilo o barra fina por extrusión en caliente, es preferible que la resistencia a la deformación en la extrusión se reduzca a la vista del coste. Con el fin de reducir la resistencia a la deformación en la mayor medida posible, es preferible que el contenido de Cu se fije en el 63,5 al 68% en masa (más preferentemente del 64 al 67% en masa) y que las composiciones de las aleaciones se fijen de manera que Y1 a Y8 cumplan los intervalos anteriores.

70 Los materiales de aleación de cobre quinto a octavo consiguen granos cristalinos refinados añadiendo Zr y P, y tienen un tamaño de grano medio de 0,2 mm o menos (preferentemente 0,1 mm o menos, con la máxima preferencia 0,06 mm o menos) después de fusión-solidificación. Los materiales pueden producirse en forma de hilo o barra por colada continua, por ejemplo, colada ascendente (colada alta), y el hilo o barra resultante puede utilizarse con fines prácticos. Además, puede reducirse el número de etapas en el procesamiento plástico para preparar hilos o barras por

5 procesamiento plástico o procesamiento combinado, y así pueden reducirse enormemente los costes de fabricación. Si los granos cristalinos no se refinan, se requieren tratamientos por calor repetidos (que incluyen temple de homogenización) para eliminar la estructura dendrítica peculiar de la colada de metal y Sn segregado y para fracturar la fase en fragmentos esféricos. Además, los granos cristalinos gruesos degradan el estado superficial del material resultante. Esto provoca fácilmente grietas durante el procesamiento plástico (trefilado o estirado) para formar hilos o barras, en asociación con la segregación de Sn. Así, el número de las etapas de procesamiento plástico para preparar hilos o barras procesados con plástico objeto aumenta de forma importante. En cambio, si los granos cristalinos se refinan según se describe anteriormente, el temple de homogenización no es necesario debido a que la segregación es microscópica. En consecuencia, el número de las etapas de procesamiento plástico y tratamiento por calor para formar productos tratados por procesamiento plástico (en particular hilos o barras delgadas) con los materiales de aleación de cobre quinto a octavo puede reducirse enormemente. Por ejemplo, aplicando trefilado o estirado una vez (trefilado dos veces, lo que incluye trefilado de acabado para ajustar el templado) y tratamiento por calor (temple) una vez a un material de colada o un material procesado por colada, los materiales de aleación de cobre quinto a octavo resultantes pueden tener alta calidad y pueden usarse de manera adecuada para redes de cultivo o similares. Por ejemplo, en la formación de hilos por trefilado, como el refinado de granos cristalinos potencia la ductilidad y reduce las asperezas en la superficie del material de aleación de cobre, puede evitarse la ruptura durante el trefilado. Para revestimiento (por ejemplo, curado) de la superficie del material de aleación de cobre, la holgura de corte puede ser pequeña. En el caso en el que la fase γ y/o δ precipite, la fase está presente en el límite de grano, y cuanto más pequeños son los granos cristalinos, menor es la longitud de la fase. En consecuencia, no se requiere una etapa especial para fracturar la fase γ y/o δ , o si se requiere, la etapa puede mantenerse al mínimo. Así el número de etapas en el procedimiento de fabricación puede reducirse enormemente, y en consecuencia pueden reducirse los costes de fabricación en la mayor medida posible. Huelga decir que los hilos o barras de los que no se elimina la segregación no tienen características satisfactorias, que incluyen resistencia a la corrosión y propiedades mecánicas.

25 Dado que los materiales de aleación de cobre quinto a octavo consiguen granos cristalinos refinados, según se describe anteriormente, el contenido de Sn y de Cu puede aumentarse sin segregación de Sn resultante de un alto contenido de Sn, o degradación de manejabilidad por extrusión debida al aumento de la resistencia a la deformación en caliente resultante de un alto contenido de Cu. Específicamente, mientras un alto contenido de Sn del 1 al 1,5% en masa o más promete aumentar enormemente la resistencia a la corrosión u otras propiedades, el alto contenido de Sn lleva a la segregación so de forma importante con lo que forma fácilmente grietas, cavidades por contracción, oquedades o microporosidades durante la fusión-solidificación, y además grietas durante el trabajo en caliente. Sin embargo, si los granos cristalinos se refinan durante la fusión-solidificación, estos problemas no tienen lugar y, por tanto, el contenido de Sn puede aumentarse para potenciar aún más la resistencia al agua de mar. Un alto contenido de Cu (contenido de Cu: 68% en masa o más) aumenta la resistencia a la deformación en caliente para degradar notablemente la manejabilidad en caliente, en particular la manejabilidad por extrusión. Sin embargo, si los granos cristalinos se refinan, este problema no tiene lugar y la degradación de manejabilidad en caliente puede evitarse incluso si el contenido de Cu es alto.

40 En los materiales de aleación de cobre quinto a octavo, se realiza la adición de Zr y P para refinar los granos cristalinos, pero no deteriora las características intrínsecas de la aleación de cobre. El refinado de granos cristalinos por adición de Zr y P asegura características superiores o equivalentes a las características originales del material de aleación de cobre correspondiente que contiene los mismos constituyentes excepto los elementos de refinado del grano Zr y P, según se describe anteriormente. Con el fin de reducir el tamaño de grano medio después de la fusión-solidificación al nivel descrito anteriormente, la proporción Z1 entre P y Zr, que son elementos de refinado de granos, y las proporciones entre Sn y Zr y entre Sn y P, es decir, Z2 y Z3, se fijan en los intervalos anteriores, además de ajustar el contenido de Sn y otros contenidos de manera que el material de aleación de cobre tenga una composición y estructura de fases que cumplan los valores de composición Y1, Y3 y Y4, según se describe anteriormente.

Según un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona una estructura de red usada en agua de mar que está formada por uno cualquiera de los materiales de aleación de cobre primero a octavo y que conduce, por ejemplo, a redes de cobre prácticas que tienen características superiores para piscicultura (propiedades antiincrustante, bactericida y esterilizante, etc.).

50 La estructura de red para agua de mar de la presente invención está formada por hilos de aleación de cobre o barras que son uno cualquiera de los materiales primero a octavo. La estructura de red está formada por hilos o barras de procesamiento plástico, procesamiento por colada o procesamiento combinado en una red de hilos o un tipo de retícula.

55 Preferentemente, la estructura de red para agua de mar de la presente invención se prepara formando hilos que son de uno cualquiera de los materiales de aleación de cobre primero a cuarto o de los materiales de aleación de cobre quinto a octavo en una red de hilos. Preferentemente, la estructura de red tiene una forma de red rómbica preparada disponiendo un gran número de hilos ondulados en paralelo de manera que los hilos adyacentes estén entretejidos entre sí en sus partes curvas. La estructura de red para agua de mar se usa principalmente como red de piscicultura. La red de cultivo tiene un armazón de refuerzo en forma de anillo a lo largo del borde inferior de la red. El armazón de refuerzo mantiene la forma del borde inferior de la red y se extiende preferentemente con tensión descendente. Al mantener la forma mediante el armazón de refuerzo y al aplicar dicha tensión, puede evitarse que los hilos se rocen unos con otros en las partes entretejidas en la mayor medida posible. El armazón de refuerzo está hecho preferentemente con un tubo hecho de una aleación de cobre que tiene la misma composición que el material de la red (siendo los hilos de uno cualquiera de los materiales de aleación de cobre primero a octavo).

65 Además de la red de cultivo hecha de uno cualquiera de los materiales de aleación de cobre primero a cuarto o quinto a octavo (hilos), la estructura de red para agua de mar de la presente invención puede ser un sistema de captación de agua de mar o similar formado con uno cualquiera de los materiales de aleación de cobre primero a cuarto o quinto a octavo con forma de barra (barras) en forma de retícula mediante soldadura o similar.

Si el hilo (hilo en red) usado para la red de piscicultura o similar es uno cualquiera de los materiales de aleación

5 de cobre primero a cuarto (materiales procesados con plástico), el hilo se prepara, por ejemplo, mediante estirado y temple repetido de un hilo (diámetro: 10 a 25 mm) formado por extrusión de un material de colada (tocho, lingote o similares) en un diámetro de 3 a 4 mm. En este caso, este trefilado se repite varias veces dependiendo de la diferencia de diámetro entre el hilo extrudido y el hilo en red (porcentaje de trefilado). Si el hilo en red es uno cualquiera de los materiales de aleación de cobre quinto a octavo, el hilo en red está formado, por ejemplo, por estirado de un hilo de colada (diámetro: 5 a 10 mm) formado por colada continua horizontal o colada ascendente (colada alta) en un diámetro de 3 a 4 mm y posteriormente temple una o dos veces. El hilo procesado por colada formado por colada continua horizontal o colada ascendente (colada alta) sigue conteniendo Sn segregado, y en consecuencia puede no ser adecuado para redes de cultivo. Sin embargo, puede usarse de forma adecuada para estructuras de red para agua de mar distintas de las redes de cultivo.

Ventajas

15 Los materiales de aleación de cobre primero a octavo tienen valores extremadamente superiores de resistencia al agua de mar y durabilidad que los materiales de aleación de cobre conocidos. En uso, para una estructura de red para agua de mar usada bajo o en contacto con agua de mar, como una red de piscicultura, los materiales de aleación de cobre pueden evitar la corrosión y el desgaste y deterioro de la estructura de red por agua de mar, olas y peces de piscicultura en la mayor medida posible, aumentando con ello la duración de la estructura. En consecuencia, estos materiales de aleación de cobre pueden extender la aplicación de la estructura de red para agua de mar a los campos en los que no se han usado por causa del coste total, lo que incluye la duración de la aleación, usando eficazmente las características superiores (propiedad antibiótica, propiedad antiincrustante, etc.) de la aleación de cobre con respecto a las de los otros metales.

20 En particular, en los materiales de aleación de cobre quinto a octavo, los granos cristalinos se refinan después de fusión-solidificación, es decir, el refinado de granos en la estructura de colada se consigue en términos no sólo de estructura macroscópica sino también de estructura microscópica, añadiendo pequeñas cantidades de Zr y P. Las características anteriores de estos materiales de aleación de cobre pueden mejorarse por encima no sólo de las del material de aleación de cobre conocido sino también de los materiales de aleación de cobre primero a cuarto (materiales de aleación de cobre antes de la mejora) que contienen los mismos elementos constituyentes excepto Zr o P. Además, dado que los granos cristalinos son refinados durante la colada, la colabilidad puede potenciarse enormemente y puede mejorarse la manejabilidad plástica de la aleación de cobre. Así, los materiales de aleación de cobre quinto a octavo permiten un procesamiento plástico satisfactorio, por ejemplo, extrusión o trefilado, después de la colada.

30 En la estructura de red para agua de mar, en particular una red de piscicultura, hecha de uno cualquiera de los materiales de aleación de cobre primero a octavo, la durabilidad, que es un defecto en las redes de cobre conocidas, puede potenciarse enormemente en la medida en que la red puede usarse en la práctica a la vista del coste total sin afectar negativamente a las ventajas de las redes de cobre conocidas. Usando la red de piscicultura hecha de uno cualquiera de los materiales de aleación de cobre primero a octavo, puede cultivarse de forma sana y económica cualquier tipo de pez, lo que incluye grandes peces migratorios. En particular, para la red de piscicultura o similares hecha de uno cualquiera de los materiales de aleación de cobre quinto a octavo, el material puede prepararse en sólo aproximadamente una o dos operaciones de trefilado (o mediante un procedimiento de colada que ni siquiera requiera trefilado, dependiendo de las condiciones o de la aplicación en que se use la estructura de red para agua de mar) sin extrusión. En consecuencia, el número de etapas para dicho procesamiento puede reducirse sin un gran sistema de colada o extrusión, y así los costes de fabricación pueden reducirse enormemente.

Breve descripción de los dibujos

La fig. 1 es una vista frontal de un recinto para peces que usa una red de piscicultura que es una estructura de red para agua de mar según la presente invención;

la fig. 2 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea II-II de la fig. 1;

45 la fig. 3 es una vista frontal ampliada fragmentaria de la red de cultivo;

la fig. 4 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea IV-IV de la fig. 1.

Números de referencia

1: armazón de soporte

2: flotador

50 3: red de piscicultura (estructura de red para agua de mar)

3a: periferia

3b: fondo

4: armazón de refuerzo

4a: tubo recto

55 4b: tubo en forma de L

5: superficie del mar

6: hilo en red (hilo)

6a: parte curva (parte entretejida)

Mejor modo de realizar la invención

5 La fig. 1 es una vista frontal de un recinto para peces que usa una red de piscicultura que es una estructura de red para agua de mar según la presente invención, y la fig. 2 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea II-II de la fig. 1. La fig. 3 es una vista frontal ampliada fragmentaria de la red de cultivo, y la fig. 4 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea IV-IV de la fig. 1.

Según se muestra en la fig. 1, el recinto para peces incluye un armazón de soporte 1, una pluralidad de flotadores 2 unidos al armazón de soporte 1 y una red de piscicultura 3 que cuelga del armazón de soporte 1. También se fija un armazón de refuerzo 4 al borde inferior de la red de cultivo 3.

10 El armazón de soporte 1 está formado por una barra cuadrada, un tubo, o similares, de metal (por ejemplo, hierro) en una forma de armazón cuadrada o rectangular. El armazón de soporte 1 hace las veces de un soporte para el trabajo de cultivo. La periferia interior del armazón de soporte 1 tiene una fijación en la que se sujeta el borde superior de la red de cultivo 3. Los flotadores 2 están hechos de poliestireno expandido y están unidos a la superficie inferior del armazón de soporte 1 a lo largo de la periferia del borde superior de la red de cultivo 3 en forma de un anillo rectangular. Los flotadores 2 sujetan el recinto para peces de tal manera que hacen flotar el armazón de soporte 1 sobre la superficie 5 del mar.

20 La red de cultivo 3, que está hecha de hilos de red de aleación de cobre 6 con una máquina de formación de redes conocida (máquina de redes metálicas) usada para fabricar redes de hierro, incluye una periferia tubular cuadrada o rectangular 3a cuyo borde superior está unido a la fijación proporcionada en la periferia interior del armazón de soporte 1 con cordones metálicos o similares, y un fondo cuadrado o rectangular 3b que cierra el borde inferior, según se muestra en las fig. 1 y 2. Específicamente, la red de cultivo 3 tiene una estructura de red rómbica hecha mediante la disposición de un gran número de hilos de red ondulados 6 en paralelo de manera que las partes curvas 6a de cada hilo en red 6 estén entretejidas con las partes curvas 6a de los hilos de red adyacentes 6, según se muestra en la fig. 3. Como hilo en red 6 se usa uno cualquiera de los materiales de aleación de cobre primero a cuarto (por ejemplo, material procesado con plástico A en el Ejemplo 1) o los materiales de aleación de cobre quinto a octavo (por ejemplo, material de procesamiento combinado B (o material procesado por colada) en el Ejemplo 2). La forma (longitudes de los lados de la periferia 3a, dimensiones de la malla S (véase fig. 3), etc.) de la red de cultivo 3 se selecciona según el sitio de instalación, el tipo de peces de piscicultura y las condiciones del cultivo.

30 El armazón de refuerzo 4 tiene una estructura en anillo cuadrada o rectangular formada mediante el empalme de cuatro tubos rectos 4a con cuatro tubos en forma de L 4b, según se muestra en la fig. 4, y está unido al borde inferior de la red de cultivo 3 de tal manera que rodee el fondo 3b. Los tubos 4a y 4b están hechos de la misma aleación de cobre que el hilo en red 6. El empalme de los tubos rectos 4a con los tubos en forma de L 4b es tal que permiten el desplazamiento relativo en cierta medida en la dirección de sus ejes de manera que pueda seguir la deformación de la red de cultivo 3 provocada, por ejemplo, por las olas.

35 El armazón de refuerzo 4 refuerza el borde inferior de la red de cultivo 3 para mantener su forma. La forma de la red de cultivo 3 se mantiene así tanto en los bordes superiores como en los inferiores mediante el armazón de soporte 1 y el armazón de refuerzo 4; en consecuencia, la forma global puede mantenerse de forma apropiada sin que se deforme demasiado por las olas, los grandes peces migratorios, o similares. El armazón de refuerzo 4 aplica la tensión descendente sobre la periferia 3a de la red de cultivo 3 debido a su propio peso. El armazón de refuerzo 4 funciona así como un miembro de aplicación de tensión (anclaje) para reducir las holguras L (véase fig. 3) entre las partes entretejidas 6a de los hilos en red 6 de la periferia 3a de la red de cultivo 3 hasta un tamaño pequeño uniforme. El peso del armazón de refuerzo 4 se fija preferentemente de manera que aplique dicha tensión cuando la holgura L alcance de 0,1 a 10 mm (preferentemente de 0,5 a 5 mm).

45 El rozamiento de los hilos en red 6 entre sí en las partes entretejidas 6a puede evitarse eficazmente manteniendo la forma de la red de piscicultura 3 con el armazón de soporte 1 y el armazón de refuerzo 4 y reduciendo la holgura L con la tensión del armazón de refuerzo 4. Así, el desgaste y deterioro resultantes del movimiento relativo de los hilos en red 6 adyacentes puede evitarse en la mayor medida posible. El armazón de refuerzo 4 se usa cuando surge la ocasión, pero puede no usarse dependiendo del tipo de peces de piscicultura o del entorno en el que se use la red de cultivo 3.

50 EJEMPLOS

55 El Ejemplo 1 preparó materiales procesados con plástico en forma de hilo (en lo sucesivo referidos colectivamente como hilos procesados con plástico A) que tienen las composiciones mostradas en la Tabla 1: n° 101 a 108, n° 201 a 206, n° 301 a 305 y n° 401 a 405. Los hilos n° 101 a 108 pertenecen al primer material de aleación de cobre; los hilos n° 201 a 206 pertenecen al segundo material de aleación de cobre; los hilos n° 301 a 305 pertenecen al tercer material de aleación de cobre; los hilos n° 401 a 405 pertenecen al cuarto material de aleación de cobre.

60 Los hilos procesados con plástico n° 101 a 108, n° 201 a 206, n° 301 a 305 y n° 401 a 405 se prepararon cada uno del modo siguiente. En primer lugar, se sometió a extrusión en caliente un lingote cilíndrico A-1 que tenía la composición correspondiente mostrada en la Tabla 1 en una barra redonda A-2 de 12 mm de diámetro. Específicamente, las composiciones que contenían el 68% en masa o más de Cu, que tenían alta resistencia a las deformaciones en caliente, se conformaron en lingotes cilíndricos A-1 con un diámetro de 60 mm y una longitud de 100 mm, y a continuación se sometieron a extrusión en caliente en barras redondas A-2 a 850°C. Las composiciones que contenían menos del 68% en masa de Cu se conformaron en lingotes cilíndricos A-1 con un diámetro de 100 mm y una longitud de 150 mm y a continuación se sometieron a extrusión en caliente en barras redondas A-2 a 800°C. A continuación, las barras redondas A-2 se sometieron cada una a trefilado en frío para formar un hilo de procesamiento primario A-3 de 9 mm de diámetro. Este trefilado se realizó a través de dos etapas de: estirado de una barra redonda A-

ES 2 379 365 T3

2 en un hilo intermedio de 10,2 mm de diámetro; y estirado adicional del hilo intermedio en un hilo de procesamiento primario A-3 de 9 mm de diámetro. Se dejó reposar el hilo de procesamiento primario A-3 a 550°C durante una hora y a continuación se sometió a trefilado en frío para formar un hilo de procesamiento secundario A-4 de 6 mm de diámetro. El hilo de procesamiento secundario A-4 se sometió adicionalmente a trefilado en frío para formar un hilo de procesamiento terciario A-5 de 4,3 mm de diámetro. El hilo de procesamiento terciario A-5 se templó a 480°C durante una hora y a continuación se sometió a trefilado en frío. Así, se obtuvo el hilo procesado con plástico A de 4 mm de diámetro.

El Ejemplo 2 preparó materiales de procesamiento combinado en forma de hilo (en lo sucesivo referidos colectivamente como hilos de procesamiento combinado B) que tienen las composiciones mostradas en la Tabla 2 o 3: nº 501 a 528, nº 601 a 607, nº 701 a 708 y nº 801 a 805. Los hilos nº 501 a 528 pertenecen al quinto material de aleación de cobre; los hilos nº 601 a 607 pertenecen al sexto material de aleación de cobre; los hilos nº 701 a nº 708 pertenecen al séptimo material de aleación de cobre; los hilos nº 801 a 805 pertenecen al octavo material de aleación de cobre.

Los hilos de procesamiento combinado nº 501 a 528, nº 601 a 607, nº 701 a 708 y nº 801 a 805 se prepararon cada uno del modo siguiente. En primer lugar, un hilo de colada B-1 de 6 mm de diámetro que tenía la composición correspondiente mostrada en la Tabla 2 ó 3 se sometió a colada continua a baja velocidad (1 m/minuto) con un aparato de colada que incluía un horno de fusión (capacidad de formación de lingotes: 60 kg) equipado con una máquina horizontal de colada continua. El moldeo se realizó de forma continua con grafito mientras que se añadieron elementos aditivos según fue necesario de manera que se obtuvo una composición predeterminada. A continuación, el hilo de colada B-1 se sometió a trefilado en frío para formar un hilo de procesamiento primario B-2 de 4,3 mm de diámetro. Este trefilado se realizó a través de las dos etapas de: estirado del hilo de colada B-1 en un hilo intermedio de 5 mm de diámetro; y estirado adicional del hilo intermedio en el hilo de procesamiento primario B-2 de 4,3 mm de diámetro. El hilo de procesamiento primario B-2 se templó a 480°C durante una hora y a continuación se sometió a trefilado en frío. Así, se obtuvo el hilo de procesamiento combinado B de 4 mm de diámetro.

El Ejemplo comparativo 1 preparó los hilos nº 1001 a 1006 de 4 mm de diámetro (en lo sucesivo referidos colectivamente como hilos del primer ejemplo comparativo C) que tenían las composiciones mostradas en la Tabla 4 en el mismo procedimiento de fabricación que en el caso de los hilos procesados con plástico A del Ejemplo 1. Los hilos del primer ejemplo comparativo C se prepararon para comparación con los materiales de aleación de cobre primero a cuarto. En cuanto al hilo nº 1003, se produjo un gran defecto (grieta) en el curso de la formación del hilo de procesamiento primario A-3, y así no se obtuvo el hilo C pretendido.

El Ejemplo comparativo 2 preparó los hilos de procesamiento combinado nº 2001 a 2013 y nº 2501 a 2505 de 4 mm de diámetro (en lo sucesivo referidos colectivamente como hilos del segundo ejemplo comparativo D) que tenían las composiciones mostradas en la Tabla 5 en el mismo procedimiento de fabricación que en el caso de los hilos de procesamiento combinado B de Ejemplo 2. Los hilos del segundo ejemplo comparativo D se prepararon para comparación con los materiales de aleación de cobre quinto a octavo. Los hilos nº 2501 a 2505 contienen los mismos elementos que los hilos nº 501 a 505 respectivamente, excepto porque no se añadieron los elementos Zr y P de refinado de granos. En cuanto a los hilos nº 2009 y 2011, se produjeron grandes defectos en el curso de la formación de los hilos de procesamiento primario B-2. En cuanto a los hilos nº 2010, 2012, y 2502 a 2505, se produjeron grandes defectos en el curso de la formación de los hilos de colada B-1. Así, no se obtuvieron los hilos del segundo ejemplo comparativo D para esos números. En cuanto a los hilos nº 2001, 2002, 2005 y 2013, aunque se produjeron grietas en sus hilos de procesamiento primario B-2, los hilos del segundo ejemplo comparativo D pretendidos se obtuvieron porque las grietas no eran tan grandes.

Los hilos A, B, C y D resultantes se sometieron a pruebas de tensión y pruebas de flexión para inspeccionar las propiedades mecánicas del modo siguiente.

La prueba de tensión se realizó para obtener la resistencia a la tracción (N/mm²), la elongación (%) y la resistencia a la fatiga (N/mm²) de los hilos A, B, C y D con un dispositivo de prueba universal Amsler. Los resultados se muestran en las Tablas 6 a 10. En los nº 1003, 2009, 2010, 2011, 2012 y 2502 a 2505, que no consiguieron los hilos C y D pretendidos, no se realizó la prueba de tensión y las pruebas siguientes.

Para la prueba de flexión, se fijó cada uno de los hilos A, B, C y D que se extendían en la dirección vertical en el punto medio y se sometieron repetidamente a varias operaciones de flexión hasta que se agrietó la parte curva, y así se examinó la durabilidad a la deformación repetitiva. La única operación de flexión se realizó de manera que la parte superior de la parte fija se dobló en una dirección horizontal en un radio de flexión de 6 mm, se restauró a continuación en el estado vertical, se dobló adicionalmente en la dirección horizontal inversa y se restauró de nuevo en el estado vertical. Los resultados se muestran en las Tablas 6 a 10.

Además, los hilos A, B, C y D se sometieron a las siguientes pruebas de resistencia al agua de mar I a IV y a la prueba de resistencia a la corrosión por descincado especificada en ISO 6509 para examinar la resistencia a la corrosión y la resistencia al agua de mar.

En las pruebas de resistencia al agua de mar I a IV, se realizó una prueba de erosión-corrosión de manera que se proyectó una solución de prueba (30°C) a una baja velocidad de 11 m/s en las piezas de prueba de los hilos A, B, C y D desde una boquilla con un calibre de 1,9 mm en la dirección perpendicular al eje de los hilos. Después de que transcurriera un tiempo predeterminado T, se midió la pérdida de peso por corrosión (mg/cm²). La solución de prueba fue: solución salina al 3% para pruebas de resistencia al agua de mar I y II; una solución mixta de CuCl₂·H₂O (0,13 g/L) de solución salina al 3% para prueba de resistencia al agua de mar III; y solución salina al 3% que contiene cuentas de vidrio (5 % en volumen) con un diámetro medio de 0,115 mm para prueba de resistencia al agua de mar IV. La pérdida de peso por corrosión se definió mediante la diferencia por centímetro cuadrado (mg/cm²) entre los pesos de la pieza de prueba antes de la prueba y después de proyectar la solución de prueba en la pieza de prueba durante un tiempo T. El tiempo de proyección fue: 96 horas para las pruebas de resistencia al agua de mar I y III; 960 horas para la prueba de

resistencia al agua de mar II; y 24 horas para la prueba de resistencia al agua de mar IV. Los resultados de las pruebas de resistencia al agua de mar I a IV se muestran en las Tablas 6 a 10.

En la prueba de resistencia a la corrosión por descincado de ISO 6509, las piezas de prueba de los hilos A, B, C y D se fijaron cada una a una resina fenólica de manera que las superficies expuestas de las piezas de prueba eran perpendiculares a la dirección de expansión y contracción, y las superficies de las piezas de prueba se pulieron con papeles de lija de hasta #1200. A continuación, las piezas de prueba se sometieron a limpieza ultrasónica en agua pura, seguido por secado. Las piezas de prueba corroídas así obtenidas se sumergieron en solución de cloruro de cobre (II) al 1,0% dihidratado ($\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) y se dejó reposar a 75°C durante 24 horas. A continuación, se extrajeron las piezas de prueba de la solución y se midió la profundidad máxima de corrosión por descincado (μm). Los resultados se muestran en las Tablas 6 a 10.

Las estructuras de fases de los hilos A, B, C y D se sometieron a análisis de imagen para medir la relación de áreas (%) de las fases α , γ y δ . Específicamente, una imagen de estructura de fases tomada con un aumento de 200 veces de un microscopio óptico se digitalizó con un programa de software de procesamiento de imágenes "WinROOF" y se determinó la relación de área de cada fase. Se midió la relación de área de cada fase en tres vistas y se definió el promedio como la relación de área de la fase correspondiente. Los resultados, que se muestran en las Tablas 1 a 4, sugieren que la estructura de fases descrita anteriormente es necesaria para las características descritas anteriormente.

Se midieron los tamaños de grano medio (μm) de los hilos B y D después de fusión-solidificación. Específicamente, se grabó la superficie de corte del hilo de colada B-1 con ácido nítrico, y se midió el tamaño de grano medio de la estructura macroscópica que aparecía en la superficie grabada en un aumento de 7,5 veces. Esta medida se realizó de acuerdo con el procedimiento de comparación de los procedimientos para estimar el tamaño de grano medio de los productos de elongación de cobre especificados en JIS H0501. Más específicamente, para los granos cristalinos de aproximadamente 0,5 mm o más de diámetro, la superficie de corte se grabó con ácido nítrico y se observó con un aumento de 7,5 veces; para los granos cristalinos de aproximadamente menos de 0,1 mm de diámetro, la superficie de corte se grabó con una solución mixta de solución de peróxido de hidrógeno y agua amoniacal y se observó en un aumento de 75 veces con un microscopio óptico. Los resultados se muestran en las Tablas 7, 8 y 10.

Según se muestra en las Tablas 6 a 10, se ha demostrado que los materiales de aleación de cobre primero a octavo, es decir, los hilos A y B, tienen superior resistencia a la corrosión y resistencia al agua de mar que los hilos de ejemplos comparativos C y D, y además, tienen propiedades mecánicas superiores, como resistencia a la tracción, y durabilidad a la deformación repetitiva. En los materiales de aleación de cobre quinto a octavo, los granos cristalinos se refinan notablemente añadiendo Zr y P en combinación. En consecuencia, las características anteriores aumentaron extraordinariamente. En particular, el efecto del uso combinado de Zr y P en el refinado de los granos cristalinos se demuestra claramente comparando los tamaños de grano medio de los hilos de procesamiento combinado nº 501 a 505 con los de los hilos del segundo ejemplo comparativo nº 2501 a 2505 que contienen los mismos elementos constituyentes excepto Zr o P.

La estirabilidad de hilo de los hilos A, B, D y C se evaluó según los criterios siguientes. Para los hilos A y C, cuando el hilo de procesamiento primario A-3 (diámetro: 9 mm) que no tenía grietas se obtuvo de la barra redonda A-2 (diámetro: 12 mm) mediante una única operación de trefilado (tasa de procesamiento: aproximadamente 44%), la estirabilidad del hilo se determinó como buena; cuando el hilo de procesamiento primario A-3 que no tenía grietas no pudo obtenerse mediante una única operación de trefilado, pero se obtuvo por el trefilado (dos operaciones) del Ejemplo 1 o el Ejemplo comparativo 1, la estirabilidad del hilo se determinó como corriente; cuando el hilo de procesamiento primario A-3 que no tenía grietas no pudo obtenerse por el trefilado (dos operaciones) del Ejemplo 1 o el Ejemplo comparativo 1, la estirabilidad del hilo se determinó como mala. Para los hilos B y D, cuando el hilo de procesamiento primario B-2 (diámetro: 4,3 mm) que no tenía grietas se obtuvo a partir del hilo de colada B-1 (diámetro: 6 mm) por una única operación de trefilado (tasa de procesamiento: aproximadamente 49%), la estirabilidad del hilo se determinó como buena; cuando el hilo de procesamiento primario B-2 que no tenía grietas no pudo obtenerse por la única operación de trefilado, pero se obtuvo mediante el trefilado (dos operaciones) del Ejemplo 2 o el Ejemplo comparativo 2, la estirabilidad del hilo se determinó como corriente; cuando el hilo de procesamiento primario B-2 que no tenía grietas no pudo obtenerse mediante el trefilado (dos operaciones) del Ejemplo 2 o el Ejemplo comparativo 2, la estirabilidad del hilo se determinó como mala. Los resultados se muestran en las Tablas 6 a 10. En estas tablas, los hilos que tienen buena estirabilidad muestran el valor "Buena"; los hilos que tienen estirabilidad del hilo corriente muestran el valor "aceptable"; el hilo que tiene mala estirabilidad del hilo muestra el valor "Mala".

La colabilidad de los hilos B y D se evaluó mediante una prueba de colabilidad. En la prueba de colabilidad, el hilo de colada B-1 se sometió a colada continua en las mismas condiciones que en el Ejemplo 2 o el Ejemplo comparativo 2 en tres fases a velocidades de colada de 3 m/minuto, 1,8 m/minuto y 1 m/minuto. Si la colabilidad es buena o no se determinó dependiendo de la velocidad de colada a la que se obtuvo el hilo de colada B-1 que no tenía defecto. Los resultados se muestran en las Tablas 7, 8 y 10. En las tablas, cuando el hilo de colada B-1 que no tiene defecto se obtuvo por colada de alta velocidad a 3 m/minuto, la colabilidad se determinó como excelente y se muestra como "Excelente"; cuando el hilo de colada B-1 que no tenía defectos no pudo obtenerse por colada de alta velocidad, sino que se obtuvo por colada de velocidad media a 1,8 m/minuto, la colabilidad se determinó como buena y se muestra como "Buena"; cuando el hilo de colada B-1 que no tenía defectos no pudo obtenerse por colada de alta velocidad o colada de velocidad media, sino que pudo obtenerse por colada de velocidad baja a 1 m/minuto, la colabilidad se determinó como corriente y se muestra como "Aceptable"; cuando el hilo de colada B-1 que no tenía defectos no pudo obtenerse ni siquiera por colada de velocidad baja (1 m/minuto), la colabilidad se determinó como mala y se muestra como "Mala". El hilo cuya colabilidad se determinó como mala (mostrada como "Mala") no se sometió a la prueba de colabilidad, sino que la colabilidad se evaluó dependiendo de los estados de colada en el procedimiento para preparar los hilos B y D en el Ejemplo 2 o el Ejemplo comparativo 2. Específicamente, cuando el hilo de colada B-1 que no tenía defectos no pudo obtenerse en la etapa de colada (colada de velocidad baja a 1 m/minuto) del procedimiento, la colabilidad se determinó como mala sin realizar la prueba de evaluación.

Según se muestra en las Tablas 6 a 10, se ha demostrado que los materiales de aleación de cobre primero a

octavo, es decir, hilos A y B, tienen estirabilidad del hilo superior a la de los hilos de los ejemplos comparativos C y D. También se ha demostrado que los materiales de aleación de cobre quinto a octavo o los hilos A no sólo tienen estirabilidad del hilo superior sino que tienen también colabilidad superior debido a los granos cristalinos refinados.

5 El Ejemplo 3 preparó una red de cultivo 3 de tipo tubular cuadrado (véanse fig. 1 a 3) con un lado de 9 m y una profundidad (longitud en la dirección vertical) de 5 m mediante trenzado en red del hilo procesado con plástico A obtenido en el Ejemplo 1 o el hilo de procesamiento combinado B obtenido en el Ejemplo 2 en una estructura de red rómbica (malla S: 40 mm). Específicamente, el hilo procesado con plástico nº 405 se trenzó en la red de cultivo nº 1, y los hilos de procesamiento combinado nº 520, 525 y nº 704 se trenzaron en las redes de cultivo nº 2, 3 y 4, respectivamente, según se muestra en la Tabla 11.

10 El Ejemplo comparativo 3 preparó las redes de cultivo nº 5 y nº 6 que tenían la misma forma que en el Ejemplo 3 trenzando en red respectivamente los hilos del primer ejemplo comparativo nº 1004 y 1005, según se muestra en la Tabla 11.

15 Los recintos para peces según se muestra en la fig. 1 se construyeron usando redes de cultivo nº 1 a 6. Para cada número de muestra de redes de cultivo, se prepararon dos recintos para peces (redes de cultivo) para cultivo de jurel o salmón. El armazón de refuerzo 4 (véanse fig. 1 y 4) de aproximadamente 2.000 kg se fijó a cada una de las redes de cultivo nº 1 a 6 de tal manera que la holgura L en las partes entretejidas 6a era aproximadamente de 2 mm en promedio.

20 A continuación, se cultivaron peces migratorios (jurel y salmón) usando cada recinto para peces en una piscifactoría real. Cuando había transcurrido un año desde el inicio del cultivo, se determinó la pérdida máxima de grosor de hilo (mm) de las redes de cultivo nº 1 a 6. Se midió la pérdida de grosor de hilo en 10 puntos seleccionados arbitrariamente (puntos de medida) en cada sección de la esquina (esquina en región de deriva) de la periferia 3a en la región de deriva (región de 10 cm a 30 cm bajo la superficie del mar), la región distinta de la esquina de la periferia 3a en la región de deriva (periferia en región de deriva), la periferia 3a (región de la periferia menor que la región de deriva), y el fondo 3b. El máximo de los valores obtenidos se midió como la pérdida máxima de grosor de hilo. Los resultados se muestran en la Tabla 11. La pérdida de grosor de hilo se calculó restando el grosor de cada punto de medida después de un año del grosor inicial (4 mm) del punto de medida.

25 Según se muestra claramente en la Tabla 11, redes de cultivo nº 1 a 4 del Ejemplo 3 mostraron una pérdida de grosor de hilo muy inferior en cada punto de medida que las redes de cultivo nº 5 y 6 del Ejemplo comparativo 3, a pesar del corto periodo de tiempo de prueba (un año). Así, se ha demostrado que las redes de cultivo del Ejemplo 3 tienen durabilidad superior. Además, la adhesión de organismos marinos, como balanos, a las redes de cultivo nº 1 a 6 fue difícil de encontrar incluso después de que hubiera transcurrido un año.

Tabla 1

| Nº de hilo | Composición de la aleación | | | | | | | | | | | | | | | | | Estructura de fases | |
|------------|------------------------------------|------|------|-----|------|------|-----|-----|----|------|----|----------------------|----|-------|-----|------|-----|----------------------|--|
| | Elemento constituyente (% en masa) | | | | | | | | | | | | | | | | | Relación de área (%) | |
| | Cu | Zn | P | Sn | Al | As | Sb | Mn | Si | Ni | Mg | Valor de composición | | α+γ+δ | γ+δ | | | | |
| | | | | | | | | | | | | Y1 a Y8 | Y9 | | | | | | |
| 101 | 81,5 | 17,7 | | 0,8 | | | | | | | | | | 81,1 | 4,1 | 100 | 0 | | |
| 102 | 90,1 | 8,5 | | 1,4 | | | | | | | | | | 89,4 | 4,0 | 100 | 0 | | |
| 103 | 66,2 | 32,5 | | 1,3 | | | | | | | | | | 65,6 | 2,7 | 100 | 2,0 | | |
| 104 | 65,3 | 33,6 | | 1,1 | | | | | | | | | | 64,8 | 2,8 | 99,0 | 1,0 | | |
| 105 | 66,4 | 32,6 | 0,05 | 1,0 | | | | | | | | | | 65,8 | 3,0 | 100 | 0,1 | | |
| 106 | 64,9 | 34,1 | 0,10 | 0,9 | | | | | | | | | | 64,2 | 3,0 | 100 | 0,5 | | |
| 107 | 65,0 | 33,1 | 0,10 | 1,8 | | | | | | | | | | 63,8 | 2,1 | 100 | 7,0 | | |
| 108 | 65,0 | 33,4 | 0,06 | 1,5 | | | | | | | | | | 64,1 | 2,4 | 100 | 4,5 | | |
| 201 | 62,6 | 36,5 | | 0,8 | | 0,08 | | | | | | | | 62,2 | 3,0 | 98,0 | 0,5 | | |
| 202 | 63,4 | 36,0 | | 0,5 | | 0,07 | | | | | | | | 63,1 | 3,3 | 99,5 | 0 | | |
| 203 | 64,3 | 34,4 | | 1,2 | | 0,08 | | | | | | | | 63,7 | 2,7 | 100 | 3,5 | | |
| 204 | 65,5 | 33,7 | | 0,8 | 0,04 | | | | | | | | | 65,1 | 3,1 | 100 | 0 | | |
| 205 | 65,5 | 33,7 | | 0,8 | | | | | | 0,02 | | | | 65,1 | 3,1 | 100 | 0 | | |
| 206 | 65,3 | 33,6 | | 1,0 | 0,10 | 0,03 | | | | | | | | 64,7 | 2,9 | 100 | 0,5 | | |
| 301 | 66,0 | 31,9 | | 1,1 | | | 0,7 | 0,3 | | | | | | 65,8 | 2,9 | 100 | 2,0 | | |
| 302 | 66,5 | 32,2 | | 1,1 | | | | 0,2 | | | | | | 65,3 | 2,9 | 100 | 1,5 | | |
| 303 | 65,5 | 33,4 | | 1,0 | 0,2 | | | | | | | | | 64,7 | 2,9 | 100 | 1,0 | | |
| 304 | 64,2 | 33,5 | | 0,9 | | | 1,1 | 0,3 | | | | | | 64,9 | 3,0 | 100 | 0 | | |
| 305 | 67,4 | 30,7 | 0,05 | 1,2 | 0,7 | | | | | | | | | 65,4 | 2,8 | 100 | 1,0 | | |

Ejemplo 1

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|------|------|------|-----|-----|------|------|--|-----|--|------|------|------|-----|-----|-----|
| 401 | 66,8 | 31,7 | | 1,0 | 0,4 | | 0,07 | | | | | | 65,5 | 3,0 | 100 | 0 |
| 402 | 69,1 | 28,4 | 0,04 | 1,0 | 1,4 | | | | | | | 0,05 | 66,0 | 3,1 | 100 | 0 |
| 403 | 70,5 | 26,9 | | 1,3 | | 0,08 | 0,03 | | 1,2 | | | | 65,6 | 2,9 | 100 | 4,0 |
| 404 | 66,8 | 31,7 | | 1,0 | | | 0,06 | | 0,4 | | | | 64,9 | 3,0 | 100 | 0,5 |
| 405 | 65,8 | 33,0 | | 1,1 | | | 0,06 | | | | 0,03 | | 65,3 | 2,8 | 100 | 0,3 |

Tabla 2

| Nº de hilo | Composición de la aleación | | | | | | | | | | | | | | Estructura de fases | | | | |
|------------|------------------------------------|------|------|--------|-------|----------|---------|------|-----|------|----------------------|------------------------|-----------------|-----|-------------------------|--|--|----------------------|--|
| | Elemento constituyente (% en masa) | | | | | | | | | | Valor de composición | | | | proporción de contenido | | | Relación de área (%) | |
| | Cu | Zn | Zr | P | Sn | impureza | Y1 a Y8 | Y9 | Z1 | Z2 | Z3 | $\alpha+\gamma+\delta$ | $\gamma+\delta$ | | | | | | |
| Ejemplo 2 | 501 | 68,8 | 29,9 | 0,0080 | 0,060 | 1,20 | | 68,0 | 2,9 | 7,5 | 150,0 | 20,0 | 100 | 0,5 | | | | | |
| | 502 | 72,6 | 25,9 | 0,0090 | 0,070 | 1,40 | | 71,7 | 3,0 | 7,8 | 155,6 | 20,0 | 100 | 0 | | | | | |
| | 503 | 75,8 | 22,1 | 0,0090 | 0,050 | 2,00 | | 74,7 | 2,5 | 5,6 | 222,2 | 40,0 | 100 | 0,3 | | | | | |
| | 504 | 80,5 | 17,0 | 0,0150 | 0,080 | 2,40 | | 79,1 | 2,4 | 5,3 | 160,0 | 30,0 | 100 | 0 | | | | | |
| | 505 | 90,2 | 6,2 | 0,0230 | 0,090 | 3,50 | | 88,2 | 1,9 | 3,9 | 152,2 | 38,9 | 100 | 0 | | | | | |
| | 506 | 66,2 | 32,7 | 0,0053 | 0,060 | 1,00 | | 65,5 | 3,0 | 11,3 | 188,7 | 16,7 | 100 | 0 | | | | | |
| | 507 | 66,0 | 32,9 | 0,0015 | 0,060 | 1,00 | | 65,3 | 3,0 | 40,0 | 666,7 | 16,7 | 100 | 0,3 | | | | | |
| | 508 | 66,5 | 32,3 | 0,0090 | 0,045 | 1,10 | | 65,8 | 2,9 | 5,0 | 122,2 | 24,4 | 100 | 0 | | | | | |
| | 509 | 66,8 | 32,0 | 0,0120 | 0,070 | 1,10 | | 66,0 | 2,9 | 5,8 | 91,7 | 15,7 | 100 | 0 | | | | | |
| | 510 | 66,3 | 32,6 | 0,0270 | 0,060 | 1,00 | | 65,6 | 3,0 | 2,2 | 37,0 | 16,7 | 100 | 0 | | | | | |
| | 511 | 66,3 | 32,6 | 0,0380 | 0,080 | 1,00 | | 65,6 | 3,0 | 2,1 | 26,3 | 12,5 | 100 | 0 | | | | | |
| | 512 | 74,1 | 24,6 | 0,0180 | 0,070 | 1,20 | | 73,3 | 3,2 | 3,9 | 66,7 | 17,1 | 100 | 0 | | | | | |
| | 513 | 63,2 | 36,0 | 0,0150 | 0,060 | 0,70 | | 62,7 | 3,1 | 4,0 | 46,7 | 11,7 | 99,0 | 0,5 | | | | | |
| | 514 | 62,7 | 36,6 | 0,0160 | 0,060 | 0,60 | | 62,2 | 3,2 | 3,8 | 37,5 | 10,0 | 97,5 | 1,0 | | | | | |
| | 515 | 66,0 | 33,9 | 0,0120 | 0,050 | 0,07* | | 65,8 | 3,9 | 4,2 | 5,8 | 1,4 | 100 | 0 | | | | | |
| | 516 | 66,5 | 33,0 | 0,0090 | 0,060 | 0,45* | | 66,1 | 3,5 | 6,7 | 50,0 | 7,5 | 100 | 0 | | | | | |
| | 517 | 66,0 | 33,2 | 0,0140 | 0,050 | 0,70 | | 65,5 | 3,3 | 3,6 | 50,0 | 14,0 | 100 | 0 | | | | | |
| | 518 | 76,0 | 20,5 | 0,0090 | 0,050 | 3,40 | | 74,2 | 1,2 | 5,6 | 377,8 | 68,0 | 100 | 4,5 | | | | | |
| | 519 | 68,8 | 29,8 | 0,0180 | 0,180 | 1,20 | | 67,7 | 2,9 | 10,0 | 66,7 | 6,7 | 100 | 0,5 | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|------|------|--------|-------|------|----------|------|-----|------|-------|------|-----|-----|
| 520 | 73,0 | 25,6 | 0,0090 | 0,045 | 1,30 | | 72,2 | 3,1 | 5,0 | 144,4 | 28,9 | 100 | 0 |
| 521 | 73,5 | 24,9 | 0,0130 | 0,060 | 1,50 | | 72,6 | 2,9 | 4,6 | 115,4 | 25,0 | 100 | 0,5 |
| 522 | 67,5 | 30,4 | 0,0090 | 0,070 | 2,00 | | 66,3 | 2,1 | 7,8 | 222,2 | 28,6 | 100 | 8,0 |
| 523 | 66,5 | 32,0 | 0,0080 | 0,080 | 1,40 | | 65,6 | 2,6 | 10,0 | 175,0 | 17,5 | 100 | 4,5 |
| 524 | 72,2 | 26,4 | 0,0150 | 0,070 | 1,20 | Fe: 0,07 | 71,5 | 3,1 | 4,7 | 80,0 | 17,1 | 100 | 0 |

* no forma parte de la invención

Tabla 3

| Nº de hilo | Composición de la aleación | | | | | | | | | | | | | | | | Estructura de fases | | | |
|------------|------------------------------------|------|-------|-------|-------|-----|------|------|------|------|----|-------|----------|---------|-----|------|----------------------|------|------------------------|-----------------|
| | Elemento constituyente (% en masa) | | | | | | | | | | | | | | | | Relación de área (%) | | | |
| | Cu | Zn | Zr | P | Sn | Al | As | Sb | Mn | Si | Ni | Mg | impureza | Y1 a Y8 | Y9 | Z1 | Z2 | Z3 | $\alpha+\gamma+\delta$ | $\gamma+\delta$ |
| Ejemplo 2 | 525 | 72,0 | 26,7 | 0,015 | 0,070 | 1,2 | | | | | | | Fe: 0,03 | 71,2 | 3,1 | 4,7 | 80,0 | 17,1 | 100 | 0 |
| | 526 | 71,0 | 27,8 | 0,015 | 0,070 | 1,1 | | | | | | | Ni: 0,03 | 70,3 | 3,2 | 4,7 | 73,3 | 15,7 | 100 | 0 |
| | 527 | 66,0 | 32,9 | 0,035 | 0,022 | 1,0 | | | | | | | | 65,4 | 3,0 | 0,6 | 28,6 | 45,5 | 100 | 0 |
| | 528 | 66,0 | 32,8 | 0,004 | 0,170 | 1,0 | | | | | | | | 65,0 | 3,0 | 42,5 | 250,0 | 5,9 | 100 | 0 |
| | 601 | 66,0 | 32,9 | 0,016 | 0,015 | 1,0 | | 0,02 | | | | | | 65,4 | 3,0 | 0,9 | 62,5 | 66,7 | 100 | 0,3 |
| | 602 | 65,8 | 33,1 | 0,009 | 0,060 | 0,9 | 0,10 | | | | | | | 65,1 | 3,0 | 6,7 | 100,0 | 15,0 | 100 | 0 |
| | 603 | 66,5 | 32,3 | 0,013 | 0,028 | 1,1 | | 0,02 | | | | | | 65,9 | 2,9 | 2,2 | 84,6 | 39,3 | 100 | 0 |
| | 604 | 66,0 | 32,8 | 0,009 | 0,070 | 1,1 | | 0,06 | | | | | | 65,2 | 2,9 | 7,8 | 122,2 | 15,7 | 100 | 1,0 |
| | 605 | 66,2 | 32,8 | 0,009 | 0,120 | 0,8 | | | | | | 0,010 | | 65,4 | 3,2 | 13,3 | 88,9 | 6,7 | 100 | 0 |
| | 606 | 72,8 | 25,7 | 0,013 | 0,090 | 1,4 | 0,04 | | | | | | | 71,8 | 3,0 | 6,9 | 107,7 | 15,6 | 100 | 0 |
| | 607 | 74,2 | 24,5 | 0,019 | 0,060 | 1,2 | | | | | | 0,008 | | 73,4 | 3,3 | 3,2 | 63,2 | 20,0 | 100 | 0 |
| | 701 | 80,3 | 17,1 | 0,016 | 0,070 | 2,4 | 0,14 | | | | | | | 78,6 | 2,4 | 4,4 | 150,0 | 34,3 | 100 | 0,5 |
| | 702 | 68,0 | 30,7 | 0,009 | 0,080 | 1,1 | | | | 0,15 | | | | 66,7 | 3,0 | 8,9 | 122,2 | 13,8 | 100 | 0 |
| 703 | 67,2 | 30,7 | 0,015 | 0,050 | 1,0 | | | 0,70 | 0,35 | | | | 66,7 | 3,0 | 3,3 | 66,7 | 20,0 | 100 | 0 | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|------|------|-------|-------|-----|------|------|------|------|------|--|--|------|--|--|-------|--|------|-----|-----|-------|------|-----|-----|
| 704 | 72,5 | 25,8 | 0,009 | 0,060 | 1,3 | 0,31 | | | | | | | | | | | | 71,1 | 3,1 | 6,7 | 144,4 | 21,7 | 100 | 0 |
| 705 | 68,4 | 29,8 | 0,012 | 0,070 | 1,2 | 0,52 | | | | | | | | | | | | 66,7 | 2,9 | 5,8 | 100,0 | 17,1 | 100 | 0 |
| 706 | 65,5 | 31,9 | 0,010 | 0,050 | 0,9 | | | | 1,20 | 0,40 | | | | | | | | 65,9 | 3,0 | 5,0 | 90,0 | 18,0 | 100 | 0,3 |
| 707 | 74,0 | 24,5 | 0,015 | 0,080 | 1,2 | | | | 0,18 | 0,07 | | | | | | | | 73,3 | 3,2 | 5,3 | 80,0 | 15,0 | 100 | 0 |
| 708 | 71,5 | 27,0 | 0,015 | 0,080 | 1,2 | | | | | | | | 0,17 | | | | | 70,9 | 3,1 | 5,3 | 80,0 | 15,0 | 100 | 0 |
| 801 | 67,3 | 31,3 | 0,009 | 0,060 | 1,2 | 0,08 | | 0,03 | | | | | | | | | | 66,4 | 2,8 | 6,7 | 133,3 | 20,0 | 100 | 1,5 |
| 802 | 67,4 | 31,3 | 0,012 | 0,070 | 1,0 | 0,20 | 0,06 | | | | | | | | | | | 66,3 | 3,0 | 5,8 | 83,3 | 14,3 | 100 | 0 |
| 803 | 69,5 | 28,2 | 0,009 | 0,050 | 1,0 | 1,20 | | | | | | | | | | 0,050 | | 66,7 | 3,2 | 5,6 | 111,1 | 20,0 | 100 | 0 |
| 804 | 72,0 | 25,6 | 0,011 | 0,080 | 1,1 | | 0,05 | 0,03 | | 1,10 | | | | | | | | 67,3 | 3,2 | 7,3 | 100,0 | 13,8 | 100 | 0 |
| 805 | 67,0 | 31,7 | 0,012 | 0,060 | 1,0 | | | 0,06 | | 0,20 | | | | | | | | 65,6 | 3,0 | 5,0 | 83,3 | 16,7 | 100 | 0 |

Tabla 4

| | Nº de hilo | Composición de la aleación | | | | | | | | | | Estructura de fases | |
|-----------------------|------------|------------------------------------|------|------|-------|------|---------|----------------------|------------------------|-----------------|--|----------------------|--|
| | | Elemento constituyente (% en masa) | | | | | | Valor de composición | | | | Relación de área (%) | |
| | | Cu | Zn | P | Sn | Sb | Y1 a Y8 | Y9 | $\alpha+\gamma+\delta$ | $\gamma+\delta$ | | | |
| Ejemplo comparativo 1 | 1001 | 61,4 | 37,6 | | 0,900 | 0,06 | 60,9 | 2,8 | 94,0 | 1,0 | | | |
| | 1002 | 91,8 | 7,2 | | 0,900 | 0,08 | 91,3 | 4,6 | 100 | 0 | | | |
| | 1003 | 65,5 | 32,0 | 0,05 | 2,500 | | 64,1 | 1,4 | 100 | 12,0 | | | |
| | 1004 | 79,8 | 20,2 | | 0,005 | | 79,8 | 4,8 | 100 | 0 | | | |
| | 1005 | 65,1 | 34,9 | | 0,007 | | 65,1 | 3,9 | 100 | 0 | | | |
| | 1006 | 65,2 | 34,8 | | 0,005 | 0,01 | 65,2 | 3,9 | 100 | 0 | | | |

Tabla 5

| Nº de hilo | Composición de aleación | | | | | | | | | | | | | | | Estructura de fases | |
|------------|------------------------------------|------|--------|-------|-------|------|---------|----------|---------|-----|----------------------|--------|-------|-------------------------|-----------------|----------------------|--|
| | Elemento constituyente (% en masa) | | | | | | | | | | Valor de composición | | | proporción de contenido | | Relación de área (%) | |
| | Cu | Zn | Zr | P | Sn | Sb | Ni | impureza | Y1 a Y8 | Y9 | Z1 | Z2 | Z3 | $\alpha+\gamma+\delta$ | $\gamma+\delta$ | | |
| 2001 | 65,5 | 33,4 | 0,0004 | 0,060 | 1,000 | | | | 64,8 | 2,9 | 150,0 | 2500,0 | 16,7 | 99,7 | 1,0 | | |
| 2002 | 66,0 | 33,0 | 0,0180 | 0,008 | 1,000 | 0,02 | | | 65,5 | 3,0 | 0,4 | 55,6 | 125,0 | 99,8 | 0 | | |
| 2003 | 65,7 | 33,1 | 0,0750 | 0,120 | 1,000 | | | | 64,8 | 2,9 | 1,6 | 13,3 | 8,3 | 100 | 1,0 | | |
| 2004 | 62,0 | 37,2 | 0,0160 | 0,060 | 0,700 | | | | 61,5 | 3,0 | 3,8 | 43,8 | 11,7 | 96,0 | 1,0 | | |
| 2005 | 61,2 | 38,0 | 0,0150 | 0,070 | 0,700 | | | | 60,6 | 3,0 | 4,7 | 46,7 | 10,0 | 92,0 | 2,0 | | |
| 2006 | 64,8 | 35,1 | 0,0150 | 0,060 | 0,005 | | | | 64,6 | 3,9 | 4,0 | 0,3 | 0,1 | 100 | 0 | | |
| 2007 | 91,5 | 5,6 | 0,0180 | 0,100 | 2,800 | | | | 89,8 | 2,7 | 5,6 | 155,6 | 28,0 | 100 | 0 | | |
| 2008 | 90,6 | 8,8 | 0,0150 | 0,060 | 0,500 | | | | 90,2 | 4,9 | 4,0 | 33,3 | 8,3 | 100 | 0 | | |
| 2009 | 75,8 | 19,8 | 0,0090 | 0,050 | 4,300 | | | | 73,5 | 0,2 | 5,6 | 477,8 | 86,0 | 100 | 9,0 | | |
| 2010 | 68,8 | 29,7 | 0,0180 | 0,280 | 1,200 | | | | 67,4 | 2,9 | 15,6 | 66,7 | 4,3 | 100 | 1,0 | | |
| 2011 | 68,0 | 29,3 | 0,0090 | 0,050 | 2,600 | | | | 66,6 | 1,5 | 5,6 | 288,9 | 52,0 | 100 | 13,0 | | |
| 2012 | 73,6 | 24,5 | 0,0150 | 0,070 | 1,200 | 0,6 | | | 73,7 | 3,2 | 4,7 | 80,0 | 17,1 | 100 | 0 | | |
| 2013 | 70,8 | 27,4 | 0,0150 | 0,080 | 1,200 | | Fe: 055 | | 70,8 | 3,0 | 5,3 | 80,0 | 15,0 | 100 | 0 | | |
| 2501 | 68,8 | 29,9 | | 0,060 | 1,200 | | | | 68,0 | 2,9 | | | | 100 | 0,5 | | |
| 2502 | 72,6 | 25,9 | | 0,070 | 1,400 | | | | 71,7 | 3,0 | | | | 100 | 0 | | |
| 2503 | 75,8 | 22,2 | | | 2,000 | | | | 74,8 | 2,5 | | | | 100 | 0,1 | | |
| 2504 | 80,5 | 17,0 | | 0,080 | 2,400 | | | | 79,1 | 2,4 | | | | 100 | 0 | | |
| 2505 | 90,2 | 6,2 | | 0,090 | 3,500 | | | | 88,2 | 1,9 | | | | 100 | 0 | | |

Ejemplo comparativo 2

Tabla 6

| Nº de hilo | profundidad máxima de corrosión (µm) | pérdida de peso por corrosión (mg/cm ²) | | | | estirabilidad del hilo | resistencia a la tracción (N/mm ²) | elongación (%) | resistencia a la fatiga (N/mm ²) | número de secuencias de flexión |
|------------|--------------------------------------|---|-----|-----|-----|------------------------|--|----------------|--|---------------------------------|
| | | prueba de erosión-corrosión | | | | | | | | |
| | | I | II | III | IV | | | | | |
| 101 | 20 | 25 | 140 | 65 | 310 | | 372 | 17 | 152 | >5 |
| 102 | ≤ 10 | 22 | 114 | 68 | 350 | | 355 | 14 | 148 | >5 |
| 103 | 90 | 27 | 153 | 85 | 275 | | 457 | 18 | 168 | >5 |
| 104 | 130 | 29 | 180 | 92 | 335 | | 445 | 20 | 174 | >5 |
| 105 | ≤ 10 | 23 | 108 | 60 | 246 | Buena | 436 | 22 | 170 | >5 |
| 106 | 20 | 26 | 110 | 68 | 273 | | 440 | 22 | 168 | >5 |
| 107 | 150 | 34 | 189 | 105 | 335 | Acceptable | 479 | 12 | | 2 |
| 108 | 40 | 26 | 118 | 65 | 256 | Acceptable | 468 | 14 | | 3 |
| 201 | 170 | 35 | 202 | 113 | 348 | | 450 | 15 | | 3 |
| 202 | 90 | 28 | 145 | 79 | 313 | | 437 | 21 | | 5 |
| 203 | 40 | 25 | 118 | 65 | 275 | Buena | 456 | 17 | | 4 |
| 204 | ≤ 10 | 22 | 95 | 60 | 230 | Buena | 431 | 23 | 174 | >5 |
| 205 | 70 | 32 | 145 | 90 | 325 | | 425 | 24 | 165 | >5 |
| 206 | ≤ 10 | 23 | 103 | 65 | 220 | Buena | 439 | 22 | 165 | >5 |
| 301 | 20 | 27 | 112 | 65 | 195 | | 483 | 14 | | 3 |
| 302 | ≤ 10 | 24 | 110 | 63 | 220 | | 440 | 19 | | 5 |
| 303 | ≤ 10 | 26 | 112 | 66 | 245 | | 437 | 21 | 168 | >5 |
| 304 | 30 | 27 | 128 | 69 | 160 | | 525 | 14 | 188 | 3 |
| 305 | ≤ 10 | 24 | 102 | 60 | 210 | | 475 | 19 | 180 | >5 |

Ejemplo
1

| | | | | | | | | | | |
|-----|------|----|-----|----|-----|--|-----|----|-----|----|
| 401 | ≤10 | 23 | 108 | 60 | 213 | | 446 | 22 | 174 | >5 |
| 402 | ≤ 10 | 23 | 103 | 62 | 188 | | 505 | 17 | 185 | 4 |
| 403 | 35 | 26 | 120 | 70 | 190 | | 508 | 16 | 185 | 3 |
| 404 | ≤ 10 | 27 | 112 | 68 | 210 | | 453 | 21 | 165 | >5 |
| 405 | ≤ 10 | 24 | 104 | 63 | 218 | | 435 | 22 | 172 | >5 |

Tabla 7

| Nº de hilo | Tamaño de grano medio (µm) | Profundidad máxima de corrosión (µm) | Pérdida de peso por corrosión (mg/cm ²) | | | | Colabilidad | Estrirabilidad del hilo | Resistencia a la tracción (N/mm ²) | Elongación (%) | Resistencia a la fatiga (N/mm ²) | Número de secuencias de flexión |
|------------|----------------------------|--------------------------------------|---|-----|-----|-----|-------------|-------------------------|--|----------------|--|---------------------------------|
| | | | Prueba de erosión-corrosión | | | | | | | | | |
| | | | I | II | III | IV | | | | | | |
| Ejemplo 2 | 501 | ≤ 10 | 21 | 98 | 58 | 205 | Excelente | Buena | 445 | 21 | 177 | >5 |
| | 502 | ≤ 10 | 19 | 93 | 55 | 192 | Excelente | Buena | 438 | 22 | 174 | >5 |
| | 503 | ≤ 10 | 20 | 95 | 54 | 194 | Excelente | Buena | 431 | 22 | 170 | >5 |
| | 504 | ≤ 10 | 20 | 94 | 58 | 228 | Buena | Buena | 430 | 20 | 166 | >5 |
| | 505 | ≤ 10 | 21 | 89 | 56 | 277 | Buena | Buena | 418 | 19 | 155 | >5 |
| | 506 | ≤ 10 | 24 | 116 | 66 | 245 | Excelente | Buena | 436 | 23 | 168 | >5 |
| | 507 | ≤ 10 | 25 | 123 | 72 | 266 | Buena | Buena | 418 | 20 | 153 | >5 |
| | 508 | ≤ 10 | 24 | 105 | 61 | 228 | Excelente | Buena | 446 | 23 | 180 | >5 |
| | 509 | ≤ 10 | 23 | 101 | 60 | 215 | Excelente | Buena | 438 | 23 | 178 | >5 |
| | 510 | ≤ 10 | 24 | 107 | 62 | 235 | Excelente | Buena | 438 | 22 | 172 | >5 |
| | 511 | ≤ 10 | 23 | 108 | 65 | 233 | Excelente | Buena | 435 | 21 | 170 | >5 |
| | 512 | ≤ 10 | 23 | 102 | 62 | 226 | Excelente | Buena | 420 | 24 | 175 | >5 |
| | 513 | 120 | 29 | 161 | 89 | 328 | | | 437 | 22 | 155 | 5 |
| | 514 | 190 | 34 | 211 | 115 | 372 | | | 440 | 19 | 153 | 4 |
| | 515 | ≤ 10 | 28 | 169 | 81 | 392 | | | 413 | 25 | 151 | >5 |
| | 516 | ≤ 10 | 27 | 139 | 70 | 301 | | | 420 | 25 | 160 | >5 |
| | 517 | ≤ 10 | 26 | 115 | 72 | 278 | | | 425 | 23 | 165 | >5 |
| | 518 | 30 | 22 | 99 | 58 | 183 | | Acceptable | 448 | 12 | 167 | 3 |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|------|----|-----|----|-----|-----------|-----------|-----|----|-----|----|
| 519 | 90 | ≤ 10 | 21 | 98 | 59 | 196 | Aceptable | | 435 | 17 | | 4 |
| 520 | 35 | ≤ 10 | 19 | 93 | 55 | 192 | Excelente | Buena | 438 | 22 | 174 | >5 |
| 521 | 25 | ≤ 10 | 19 | 89 | 53 | 182 | Excelente | Buena | 428 | 20 | 180 | >5 |
| 522 | 30 | 100 | 29 | 132 | 81 | 280 | | Aceptable | 451 | 11 | | 3 |
| 523 | 25 | 40 | 25 | 111 | 65 | 213 | | Aceptable | 462 | 14 | | 3 |
| 524 | 120 | ≤ 10 | 22 | 103 | 65 | 218 | Excelente | | 435 | 19 | 165 | >5 |

Tabla 8

| Nº de hilo | Tamaño de grano medio (µm) | Profundidad máxima de corrosión (µm) | Pérdida de peso por corrosión (mg/cm ²) | | | | Colabilidad | Estirabilidad del hilo | Resistencia a la tracción (N/mm ²) | Elongación (%) | Resistencia a la fatiga (N/mm ²) | Número de secuencias de flexión |
|------------|----------------------------|--------------------------------------|---|-----|-----|-----------|-------------|------------------------|--|----------------|--|---------------------------------|
| | | | I | II | III | IV | | | | | | |
| Ejemplo 2 | 40 | ≤ 10 | 22 | 102 | 61 | 215 | Excelente | | 442 | 21 | 170 | >5 |
| | 35 | ≤ 10 | 21 | 100 | 59 | 205 | Excelente | Buena | 438 | 22 | 168 | >5 |
| | 180 | 40 | 26 | 128 | 74 | 285 | | | 422 | 21 | 150 | >5 |
| | 200 | 20 | 23 | 110 | 67 | 235 | | | 430 | 17 | 160 | 4 |
| | 120 | 40 | 26 | 135 | 74 | 285 | Buena | Aceptable | 422 | 18 | 150 | 4 |
| | 25 | ≤ 10 | 23 | 107 | 66 | 243 | | | 435 | 25 | 173 | >5 |
| | 70 | 20 | 23 | 110 | 67 | 235 | Excelente | Buena | 443 | 21 | 163 | >5 |
| | 30 | ≤ 10 | 24 | 108 | 62 | 222 | | | 442 | 23 | 175 | >5 |
| | 25 | ≤ 10 | 24 | 107 | 69 | 228 | Excelente | Buena | 430 | 24 | 168 | >5 |
| | 30 | ≤ 10 | 18 | 88 | 54 | 190 | | | 442 | 23 | | >5 |
| | 40 | ≤ 10 | 20 | 90 | 55 | 194 | | | 428 | 22 | | >5 |
| | 70 | ≤ 10 | 19 | 90 | 57 | 208 | Excelente | Buena | 433 | 21 | 160 | >5 |
| | 30 | ≤ 10 | 23 | 102 | 62 | 200 | | | 446 | 22 | | >5 |
| | 35 | ≤ 10 | 24 | 108 | 66 | 172 | | | 485 | 18 | 185 | 4 |
| 25 | ≤ 10 | 19 | 88 | 51 | 172 | Excelente | Buena | 446 | 23 | 175 | >5 | |
| 25 | ≤ 10 | 21 | 94 | 55 | 180 | Excelente | Buena | 455 | 23 | 185 | >5 | |
| 40 | ≤ 10 | 24 | 110 | 67 | 145 | | | 478 | 18 | 190 | 4 | |
| 35 | ≤ 10 | 19 | 104 | 59 | 198 | | | 452 | 20 | 180 | >5 | |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|------|----|-----|----|-----|-----------|------------|-----|----|-----|----|
| 708 | 180 | ≤ 10 | 23 | 108 | 67 | 230 | Buena | Acceptable | 438 | 18 | | 5 |
| 801 | 30 | ≤ 10 | 23 | 101 | 58 | 185 | Excelente | Buena | 445 | 20 | 174 | >5 |
| 802 | 25 | ≤ 10 | 23 | 98 | 60 | 184 | | | 440 | 23 | | >5 |
| 803 | 25 | ≤ 10 | 21 | 99 | 55 | 152 | | | 465 | 20 | | >5 |
| 804 | 35 | ≤ 10 | 23 | 100 | 59 | 165 | | | 471 | 20 | | >5 |
| 805 | 35 | ≤ 10 | 22 | 105 | 60 | 198 | | | 450 | 22 | | >5 |

Tabla 9

| | Nº de hilo | Profundidad máxima de corrosión (µm) | Pérdida de peso ppr corrosión (mg/cm ²) | | | | Estrabilidad del hilo | Resistencia a la tracción (N/mm ²) | Elongación (%) | Resistencia a la fatiga (N/mm ²) | Número de secuencias de flexión |
|-----------------------|------------|--------------------------------------|---|-----|-----|-----|-----------------------|--|----------------|--|---------------------------------|
| | | | Prueba de erosión-corrosión | | | | | | | | |
| | | | I | II | III | IV | | | | | |
| Ejemplo comparativo 1 | 1001 | 400 | 51 | 330 | 164 | 535 | Aceptable | 488 | 11 | | 2 |
| | 1002 | ≤ 10 | 29 | 205 | 72 | 445 | | 340 | 16 | | >5 |
| | 1003 | | | | | | Mala | | | | |
| | 1004 | 140 | 34 | 235 | 95 | 495 | | 335 | 20 | 130 | >5 |
| | 1005 | 250 | 39 | 258 | 112 | 500 | | 398 | 22 | 142 | >5 |
| | 1006 | 240 | 38 | 260 | 113 | 493 | | 397 | 22 | 143 | >5 |

Tabla 10

| Nº de hilo | Tamaño de grano medio (µm) | Profundidad máxima de corrosión (µm) | Pérdida de peso por corrosión (mg/cm ²) | | | | Colabilidad | Estirabilidad del hilo | Resistencia a la tracción (N/mm ²) | Elongación (%) | Resistencia a la fatiga (N/mm ²) | Número de secuencias de flexión |
|-----------------------|----------------------------|--------------------------------------|---|----|-----|-----|-------------|------------------------|--|----------------|--|---------------------------------|
| | | | I | II | III | IV | | | | | | |
| Ejemplo comparativo 2 | 2001 | 800 | 90 | 28 | 145 | 90 | 345 | Aceptable | 399 | 15 | 135 | 3 |
| | 2002 | 700 | 90 | 27 | 153 | 80 | 320 | Aceptable | 405 | 16 | 138 | 3 |
| | 2003 | 200 | ≤ 10 | 24 | 110 | 64 | 240 | Buena | 425 | 20 | 162 | 5 |
| | 2004 | 180 | 380 | 47 | 325 | 170 | 498 | | 456 | 16 | 150 | 3 |
| | 2005 | 350 | 480 | 55 | 350 | 203 | 566 | | 478 | 11 | 148 | 2 |
| | 2006 | 40 | 20 | 33 | 216 | 94 | 495 | | 410 | 25 | 150 | >5 |
| | 2007 | 250 | ≤ 10 | 25 | 126 | 68 | 402 | | 375 | 17 | 140 | 5 |
| | 2008 | 350 | ≤ 10 | 26 | 168 | 75 | 456 | | 335 | 15 | 133 | 4 |
| | 2009 | 40 | | | | | | | | | | |
| | 2010 | 150 | | | | | | Mala | | | | |
| | 2011 | 25 | | | | | | | | | | |
| | 2012 | 400 | | | | | | Mala | | | | |
| | 2013 | 300 | 30 | 27 | 113 | 82 | 215 | Aceptable | 470 | 14 | 160 | 3 |
| | 2501 | 1.000 | 40 | 24 | 118 | 92 | 345 | Aceptable | 405 | 12 | 135 | 3 |
| | 2502 | 1.200 | | | | | | Mala | | | | |
| 2503 | 1.300 | | | | | | Mala | | | | | |
| 2504 | 1.500 | | | | | | Mala | | | | | |
| 2505 | 1.500 | | | | | | Mala | | | | | |

Tabla 11

| | Nº red de cultivo | Nº de hilo | Pez de piscicultura | Pérdida de grosor de hilo (mm) | | | |
|-----------------------|-------------------|------------|---------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------|-------|
| | | | | Esquina en región de deriva | Periferia en región de deriva | Periferia | Fondo |
| Ejemplo 3 | 1 | 405 | Jurel | 0,44 | 0,36 | 0,09 | 0,57 |
| | | | Salmón | 0,42 | 0,35 | 0,03 | 0,05 |
| | 2 | 509 | Jurel | 0,39 | 0,34 | 0,08 | 0,53 |
| | | | Salmón | 0,38 | 0,33 | 0,03 | 0,05 |
| | 3 | 521 | Jurel | 0,36 | 0,3 | 0,06 | 0,49 |
| | | | Salmón | 0,34 | 0,29 | 0,02 | 0,04 |
| 4 | 704 | Jurel | 0,37 | 0,32 | 0,07 | 0,45 | |
| | | Salmón | 0,36 | 0,32 | 0,03 | 0,05 | |
| Ejemplo comparativo 3 | 5 | 1004 | Jurel | 0,8 | 0,62 | 0,25 | 1,35 |
| | | | Salmón | 0,85 | 0,64 | 0,08 | 0,1 |
| | 6 | 1005 | Jurel | 1,05 | 0,75 | 0,28 | 2,0 |
| | | | Salmón | 0,99 | 0,77 | 0,12 | 0,15 |

REIVINDICACIONES

1. Un material de aleación de cobre en forma de hilo o barra para formar una estructura de red usada en agua de mar, conteniendo el material de aleación de cobre:
- 5 del 62 al 91% en masa de Cu;
del 0,6 al 3,0% en masa de Sn;
al menos un elemento X2 seleccionado entre el grupo que consiste en
del 0,02 al 1,5% en masa de Al,
del 0,05 al 1,5% en masa de Mn,
del 0,02 al 1,9% en masa de Si, y
- 10 del 0,005 al 0,5% en masa de Ni; y
opcionalmente al menos un elemento X1 seleccionado entre el grupo que consiste en
del 0,02 al 0,25% en masa de As,
del 0,02 al 0,25% en masa de Sb,
del 0,001 al 0,2% en masa de Mg, y
- 15 del 0,01 al 0,25% en masa de P,
siendo el resto Zn e impurezas inevitables;
- 20 y la composición cumple la relación derivada del contenido de Cu [Cu], el contenido de Sn [Sn], el contenido de P [P], el contenido total en X1 [X1] excepto P, el contenido de Al [Al], el contenido de Mn [Mn], el contenido de Si [Si] y el contenido de Ni [Ni] en términos de % en masa: $62 \leq [\text{Cu}] - 0,5 [\text{Sn}] - 3 [\text{P}] - 0,5 [\text{X1}] - 3,5 [\text{Si}] - 1,8 [\text{Al}] + [\text{Mn}] + [\text{Ni}] \leq 90$, y en el que la relación de área total de la fase α y opcionalmente las fases γ y δ es del 95 al 100%.
2. El material de aleación de cobre según la reivindicación 1, en el que la estructura de fases tiene una relación de área total de las fases γ y δ del 10% o menos.
- 25 3. El material de aleación de cobre según la reivindicación 2, en el que el contenido de Cu [Cu] y el contenido de Sn [Sn] cumplen la relación $1 \leq 0,06 [\text{Cu}] - [\text{Sn}] \leq 4,5$ en términos de % en masa.
4. El material de aleación de cobre según una cualquiera de las reivindicaciones 1, 2 y 3, en el que el material de aleación de cobre es un hilo o barra procesado con plástico producido mediante procesamiento plástico de un material de colada.

FIG. 1

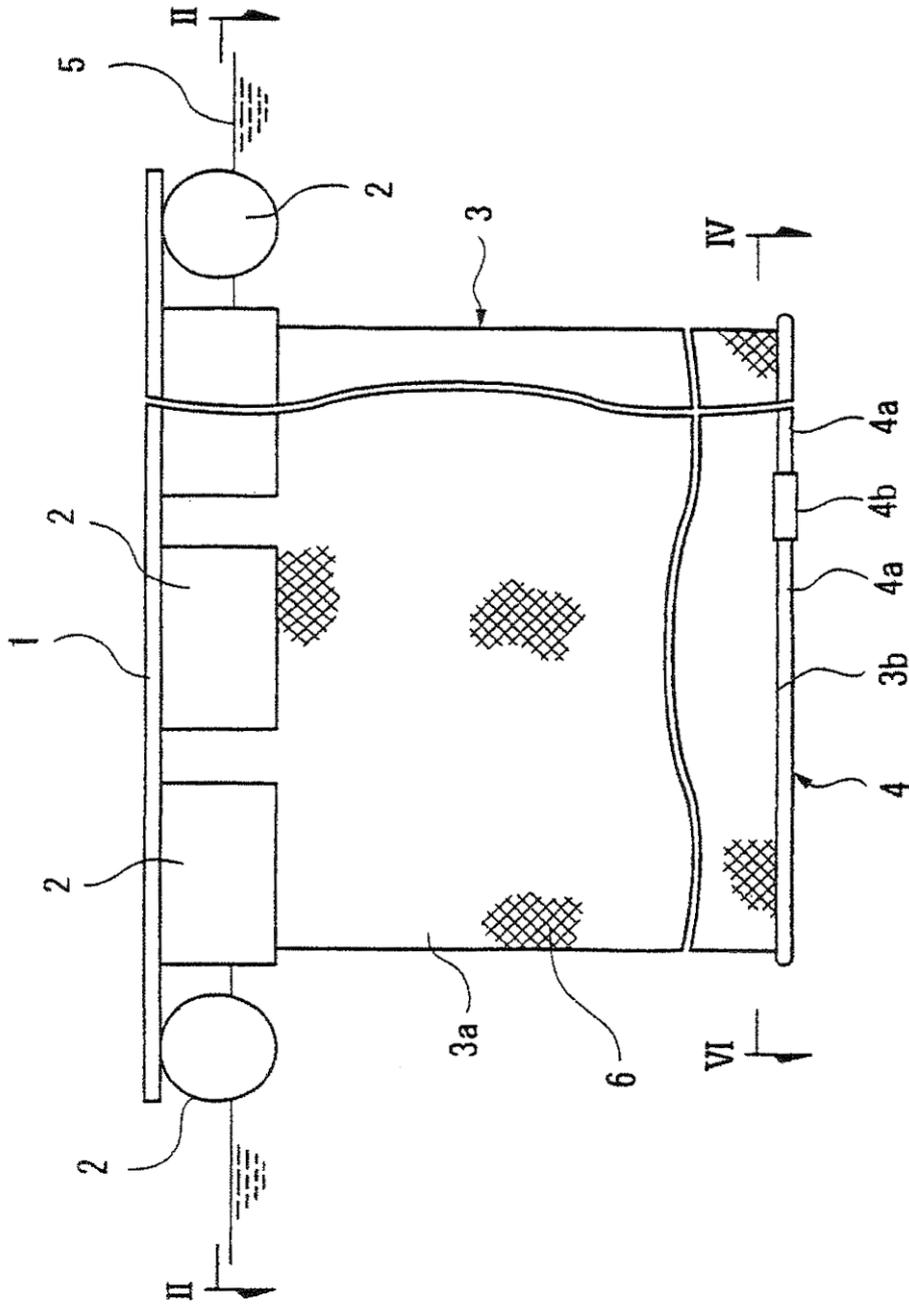


FIG. 2

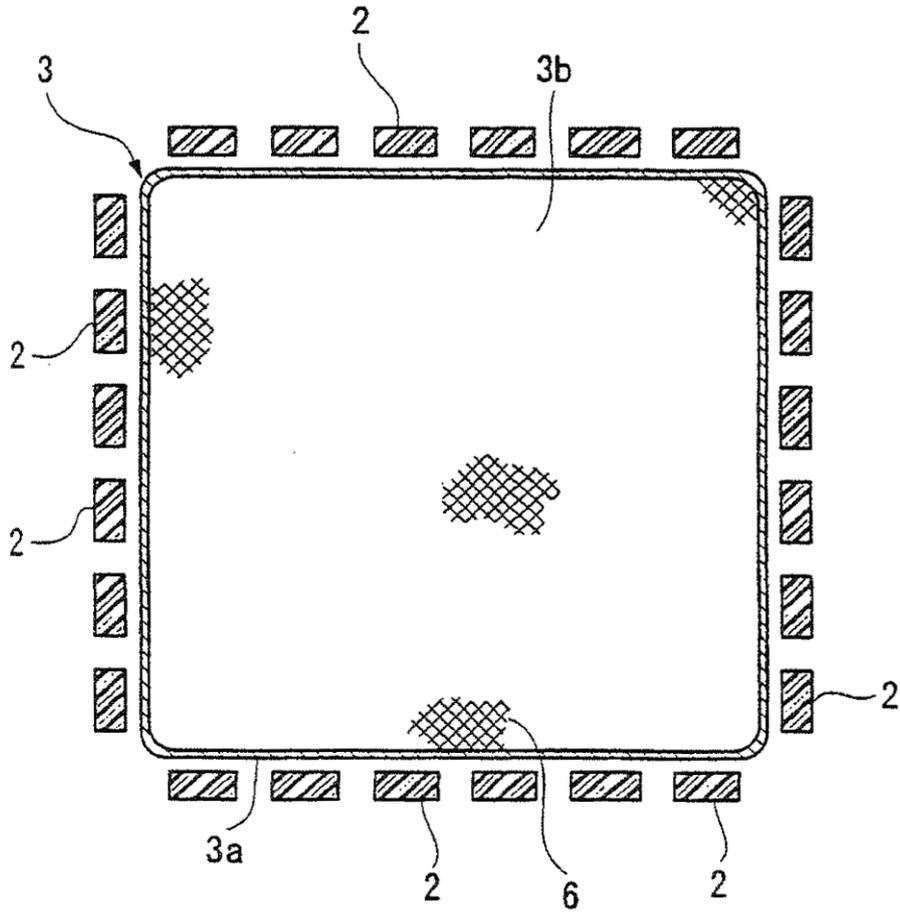


FIG. 3

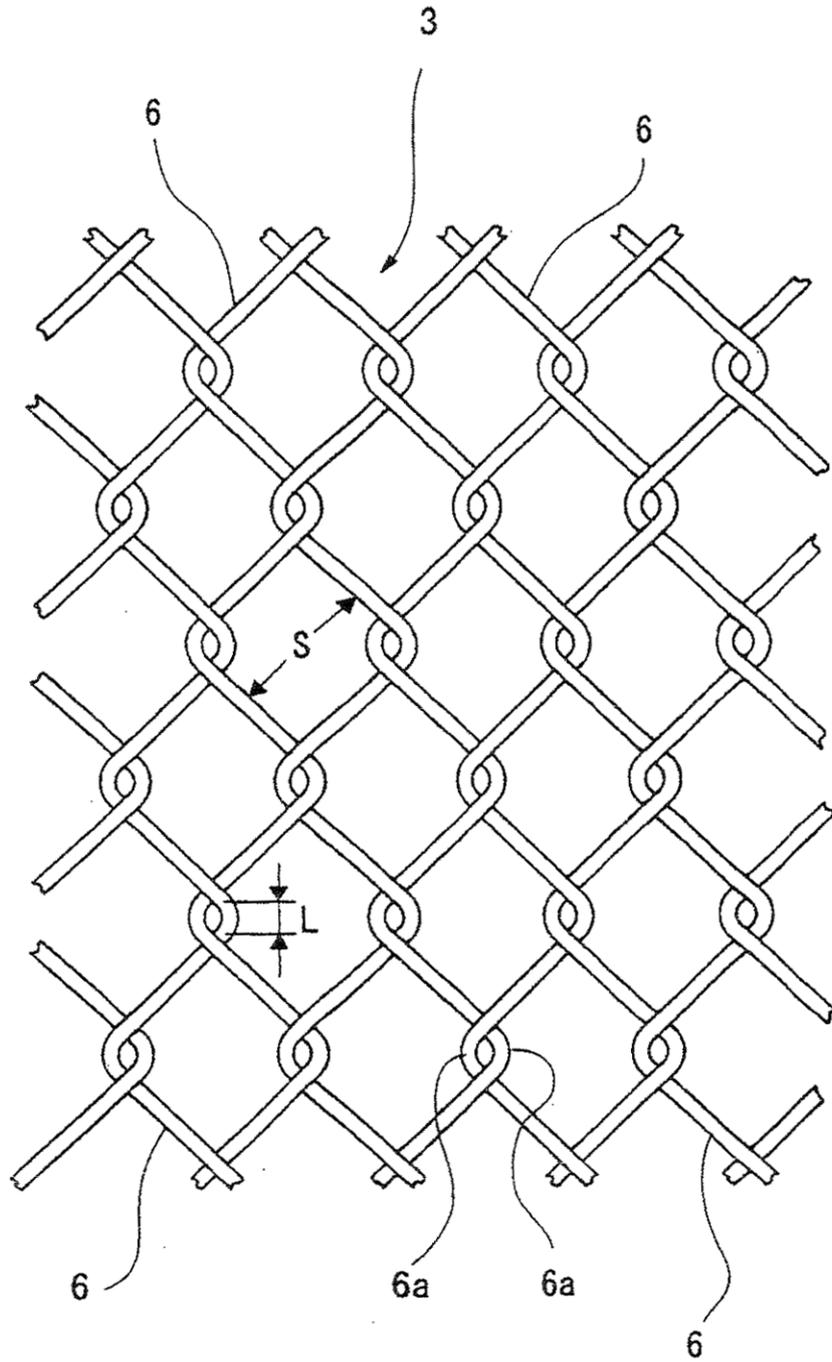


FIG. 4

