

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 975 951**

51 Int. Cl.:

B21F 27/06 (2006.01)

B21F 27/00 (2006.01)

E01F 7/04 (2006.01)

E02B 3/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.01.2022** **PCT/EP2022/050445**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.07.2022** **WO22152697**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.01.2022** **E 22700921 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.01.2024** **EP 4171847**

54 Título: **Malla de alambre de acero hecha de alambres de acero con bucles hexagonales, dispositivo de producción y método de producción**

30 Prioridad:

14.01.2021 DE 102021100678

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

18.07.2024

73 Titular/es:

GEOBRUGG AG (100.0%)
Aachstrasse 11
8590 Romanshorn, CH

72 Inventor/es:

BRUNN, MARIO

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 975 951 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

Malla de alambre de acero hecha de alambres de acero con bucles hexagonales, dispositivo de producción y método de producción

ESTADO DE LA TÉCNICA

La invención se refiere a una red hexagonal hecha de alambre de acero, de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1, un dispositivo de producción, de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 13, y un método de producción, de acuerdo con la reivindicación 16.

En el documento de patente polaco con el número de patente PL 235814 B1 se describe una red hexagonal fabricada con un acero de alta resistencia a la tracción, con una resistencia a la tracción de entre 1500 N/mm² y 1900 N/mm². Sin embargo, la red hexagonal descrita tiene una forma de malla especial, en particular, alargada, en la que la relación entre el ancho y el alto de la malla es obligatoriamente siempre inferior a 0,75. De acuerdo con el documento de patente mencionado anteriormente, esta geometría de malla difiere sustancialmente de las geometrías de malla habituales de las redes hexagonales fabricadas con alambres de acero que no es de alta resistencia a la tracción, que suelen ser, por lo general, de 60 mm x 80 mm (relación 0,75), 80 mm x 100 mm (relación 0,8) o 100 mm x 120 mm (relación 0,83). Sin embargo, estas dimensiones de malla están claramente definidas en una norma europea para "redes de alambre de acero con mallas hexagonales para fines de ingeniería civil" (EN 10223-3:2013). Las mallas con una relación ancho/alto de malla inferior a 0,75, es decir, la relación ancho/alto de malla descrita en el documento de patente PL 235814 B1, no cumplen los requisitos de la norma europea. La malla hexagonal descrita en el documento de patente PL 235814 B1 tiene incluso una relación ancho/alto de malla de tan sólo 0,62. Sólo si la relación ancho de malla/alto de malla es de 0,75 o más, las mallas hexagonales cumplen también la norma y, por tanto, se pueden utilizar para fines de ingeniería civil de forma regular. Por el contrario, en el noveno párrafo del documento de patente PL 235814 B1 se describe claramente que, en opinión del titular de la patente, en la actualidad no es posible fabricar redes hexagonales de tamaño estándar con alambres de acero de alta resistencia a la tracción y, por lo tanto, si se utiliza acero de alta resistencia a la tracción se requiere necesariamente una relación diferente (menor) entre el ancho y el alto de malla. En la actualidad, en el mercado la demanda de mallas hexagonales de alta resistencia a la tracción era y es de tales dimensiones que, a pesar de ello, el titular del documento de patente PL 235814 B1 ofrece y distribuye las mallas hexagonales no conformes a las normas descritas en dicho documento de patente. El mercado ha mostrado durante mucho tiempo una enorme necesidad de redes hexagonales de alta resistencia a la tracción que, al mismo tiempo, cumplan los requisitos de acuerdo con la norma EN 10223-3:2013 en lo que respecta a la forma de la malla y las dimensiones de la malla, en particular, en lo que respecta a la relación del ancho de la malla/alto de la malla. A pesar de bastantes esfuerzos, tales mallas hexagonales no se conocen en el mercado en el momento de presentar el presente documento.

El objetivo de la invención es, en particular, proporcionar una red de alambre de acero genérica fabricada con alambres de acero de alta resistencia a la tracción y que tenga una geometría de malla mejorada, en particular, una relación mejorada entre el ancho y el alto de la malla. El objetivo se logra, de acuerdo con la invención, por medio de las características de las reivindicaciones de patente 1, 13 y 16, mientras que las implementaciones ventajosas y los desarrollos posteriores de la invención se pueden deducir de las sub-reivindicaciones.

VENTAJAS DE LA INVENCION

La invención se basa en una red de alambre de acero, en particular, una red hexagonal, que está hecha de alambres de acero con mallas hexagonales, en particular, para fines de ingeniería civil, preferentemente, para una aplicación en el campo de la protección contra riesgos naturales, en la que los alambres de acero se tuercen alternativamente con alambres de acero vecinos, preferentemente, de manera regular, y en la que los alambres de acero están formados por un acero de alta resistencia o, al menos, tienen un núcleo de alambre hecho de un acero de alta resistencia (por ejemplo, alambres de acero de alta resistencia que están provistos de una capa o de un revestimiento).

De acuerdo con la invención, se propone que una relación, en particular promedio, calculada a partir de un ancho de malla, en particular promedio, de las mallas hexagonales y a partir de un alto de malla, en particular promedio, de las mallas hexagonales medida perpendicularmente al ancho de malla, ascienda, al menos, a 0,8. Esto permite proporcionar ventajosamente una red de alambre de acero fabricada con alambres de acero de alta resistencia a la tracción con una geometría de malla particularmente ventajosa, en particular, una geometría de malla que ya se encuentra ampliamente en uso y bien probada en el campo de la no alta resistencia a la tracción. Ventajosamente, de esta manera es posible mantener las propiedades de retención conocidas y probadas de las mallas hexagonales, que por ejemplo dependen de los tamaños de las rocas, mientras que una resistencia, es decir, por ejemplo una resistencia al desgarro o resistencia a la rotura, de la malla hexagonal se puede aumentar de manera considerable. Ventajosamente, se pueden mejorar y/o reforzar de forma sencilla y sin complicaciones (evitando trámites burocráticos) las planificaciones y diseños ya existentes (por ejemplo, de gaviones para la protección de taludes, de gaviones para la protección de costas, de redes para cárcavas, de rollos de piedra, etc.), en las que hasta ahora se

han utilizado redes hexagonales que no son altamente resistentes a la tracción con dimensiones de malla conformes a la norma, por ejemplo, al sustituir directamente y sin grandes cambios las redes hexagonales que no son altamente resistentes a la tracción por redes hexagonales altamente resistentes a la tracción con la misma geometría de malla. Por ejemplo, es ventajosamente posible que, con los gaviones de protección de taludes, los gaviones de protección de costas, las redes de cárcavas y/o los rollos de piedra se pueda utilizar un material de relleno idéntico, que en particular tenga un tamaño de grano idéntico del material de relleno. Esto permite ventajosamente reducir los costos, así como el insumo de trabajo. En particular, la red de alambre de acero de acuerdo con la invención no se puede fabricar ni con las máquinas habituales conocidas ni con el dispositivo de producción descrito en el documento de patente PL 235814 B1. Por lo tanto, para la producción de la red de alambre de acero de acuerdo con la invención se requieren indispensablemente modificaciones adicionales y/o pasos del método, que se explican en el presente documento.

En particular, las mallas hexagonales tienen formas de hexágonos, al menos, sustancialmente simétricos. En particular, las mallas hexagonales tienen en cada caso una forma de panal ligeramente alargada. En particular, las mallas hexagonales forman una teselación sin espacios en un plano de red de la red de alambre de acero. Por "finde ingeniería civil" se deben entender en particular los fines que comprenden la planificación, la ejecución y/o la modificación llevadas a cabo en una construcción. Ejemplos de aplicación en una protección contra riesgos naturales son los gaviones antes mencionados, como gaviones de protección de taludes, rollos de piedra, gaviones de protección de costas o redes de cárcavas, pero también vanos transversales, vallas de captación y similares.

En particular, un valor promedio de un parámetro, como por ejemplo una relación promedio de ancho de malla/alto de malla, un ancho promedio de malla, un alto promedio de malla, una longitud promedio de una región torcida de la red de alambre de acero que delimita una malla hexagonal, una longitud promedio de una torsión, una curvatura promedio de entrada del alambre de acero en una transición desde una sección, al menos, sustancialmente recta del alambre de acero que delimita una malla hexagonal a una región torcida del alambre de acero que delimita la malla hexagonal, una curvatura media de entrada del alambre de acero en una transición desde una sección, al menos, sustancialmente recta del alambre de acero que delimita una malla hexagonal a una región retorcida del alambre de acero que delimita la malla hexagonal, una curvatura de entrada promedio del alambre de acero en una transición desde la región torcida del alambre de acero que delimita la malla hexagonal a una sección adicional, al menos, sustancialmente recta del alambre de acero que delimita la malla hexagonal, y/o un ángulo de abertura promedio de la malla hexagonal, se crea a partir de un valor promedio de varias, en particular, al menos, tres, preferentemente, al menos, cinco, preferentemente, al menos, siete y de manera particularmente preferente, al menos, diez, mallas de la red de alambre de acero que tienen el parámetro, en el que las mallas utilizadas para crear el valor promedio son, preferentemente, no directamente adyacentes entre sí.

Por "ancho de malla" se entiende, en particular, la distancia entre dos regiones torcidas de la red de alambre de acero que delimitan una malla hexagonal, que se extienden, al menos, de forma sustancialmente paralela entre sí y que están ubicadas en lados opuestos de la malla hexagonal. Por "alto de malla" se entiende, en particular, la distancia entre dos esquinas de una malla hexagonal de la red de alambre de acero, ubicados uno frente al otro en una dirección paralela a una dirección de extensión principal de la región torcida. En particular, una torsión de los dos alambres de acero que delimitan la malla hexagonal comienza y/o termina en las esquinas de la malla hexagonal entre las que se mide el alto de malla. En particular, el ancho de malla de las mallas hexagonales de la red de alambre de acero es menor que el alto de malla de las mallas hexagonales de la red de alambre de acero. Por "dirección de extensión principal" de un objeto se entiende en el presente documento, en particular, una dirección paralela a la arista más larga del cubo rectangular geométrico más pequeño que rodea completamente el objeto.

De acuerdo con la invención, se propone, además, que el acero de alta resistencia a la tracción de los alambres de acero tenga una resistencia a la tracción de, al menos, 1.560 N/mm², preferentemente de, al menos, 1.700 N/mm² y preferentemente de, al menos, 1.950 N/mm². Esto permite alcanzar ventajosamente una estabilidad especialmente alta de la red de alambre de acero y/o de las construcciones hechas de/con la red de alambre de acero. Ventajosamente, de este modo se consigue, por ejemplo, una protección especialmente favorable contra los riesgos naturales.

Si, por ejemplo, el acero de alta resistencia a la tracción de los alambres de acero al mismo tiempo tiene una resistencia a la tracción de un máximo de 2150 N/mm², es ventajosamente posible mantener una fragilidad de los alambres de acero de la red de alambre de acero, que aumenta con un aumento de la resistencia a la tracción, a un nivel bajo. Los experimentos han demostrado que, en particular, cuando se utilizan alambres de acero que tienen resistencias a la tracción en un rango estrecho, especialmente seleccionado de resistencias a la tracción entre 1.700 N/mm² y 2.150 N/mm², preferentemente, entre 1.950 N/mm² y 2150 N/mm², es ventajosamente posible crear un equilibrio particularmente favorable entre una estabilidad particularmente alta y al mismo tiempo una fragilidad limitada. Tal equilibrio es especialmente ventajoso, en particular, para una utilización de la malla de alambre de acero para la producción de cualquier tipo de gaviones. Esto permite, por ejemplo, una capacidad de llenado especialmente alta, y por tanto una construcción especialmente grande y estable, de los gaviones, que al mismo tiempo es especialmente resistente a la rotura en caso de un evento, por ejemplo un desprendimiento de rocas, en el que las rocas caigan sobre los gaviones.

Además, se propone que una longitud, en particular, una longitud promedio, de una región torcida que delimita una malla hexagonal sea, al menos, del 30 %, preferentemente, al menos, del 35 % y preferentemente, al menos, del 40 % del alto, en particular promedio, de la malla. Esto permite alcanzar ventajosamente una estabilidad particularmente elevada de la malla de alambre de acero. Ventajosamente, de este modo se puede mantener una curvatura de enrollamiento en la región torcida de la malla hexagonal en un rango (moderado) en el que un riesgo de rotura del alambre de acero de alta resistencia a la tracción utilizado es comparativamente bajo.

Se propone, además, que una longitud, en particular, una longitud promedio, de una región torcida que delimita una malla hexagonal sea, al menos, del 50 %, preferentemente, al menos, del 55 % y preferentemente, al menos, del 60 % del ancho, en particular promedio, de la malla. Esto permite alcanzar ventajosamente una estabilidad particularmente elevada de la malla de alambre de acero.

También se propone que una longitud, en particular, una longitud promedio, de una torsión dentro de una región de torsión que delimita una malla hexagonal sea inferior a 1,1 cm, preferentemente, inferior a 1 cm, preferentemente, con un diámetro de los alambres de acero que comprende entre 2 mm y 4 mm. Esto permite ventajosamente mantener un alto de malla en un rango deseado sin requerir curvaturas de entrada y/o curvaturas de salida demasiado grandes en una transición hacia/desde la región torcida desde/hacia la región no torcida que delimita la malla hexagonal. Ventajosamente, de este modo y en particular junto con la longitud mínima de la región torcida antes mencionada, se consigue un equilibrio especialmente favorable de una curvatura de enrollado respetuosa con el material y curvaturas de entrada y salida respetuosas con el material, lo que permite en particular un alto nivel de estabilidad global y/o resistencia global a la rotura de la malla de alambre de acero.

Preferentemente, en una transición desde una sección, al menos, sustancialmente recta del alambre de acero que delimita una malla hexagonal, a una sección torcida del alambre de acero que delimita una malla hexagonal, una curvatura de entrada, en particular promedio, del alambre de acero es, al menos, sustancialmente igual a la curvatura de salida, en particular promedio, del alambre de acero en una transición desde la región torcida del alambre de acero que delimita la malla hexagonal a una sección adicional, al menos, sustancialmente recta del alambre de acero que delimita la malla hexagonal. De este modo se consigue ventajosamente un grado de simetría especialmente elevado de las mallas hexagonales, lo que permite ventajosamente una capacidad de carga especialmente uniforme en, al menos, dos direcciones de tracción de la red de alambre de acero que están ubicadas una frente a otra a lo largo del alto de la malla, preferentemente, en todas las direcciones de la red de alambre. De este modo se evitan ventajosamente errores de instalación, por ejemplo, una instalación de una red de alambre de acero no simétrica invertida en 180°. "Sustancialmente iguales" significa, en este contexto, con una desviación de los radios de curvatura de las curvaturas que es en particular inferior al 20 %, preferentemente, inferior al 15 %, ventajosamente inferior al 10 %, preferentemente, inferior al 5 % y de manera especial preferentemente inferior al 2,5 %. Preferentemente, en la transición de la sección, al menos, sustancialmente recta del alambre de acero que delimita la malla hexagonal a la región torcida del alambre de acero que delimita la malla hexagonal, los alambres de acero se doblan en una medida, al menos, sustancialmente igual que en la transición de la región torcida del alambre de acero que delimita la malla hexagonal a la sección adicional, al menos, sustancialmente recta del alambre de acero que delimita la malla hexagonal. "Doblar en una medida, al menos, sustancialmente igual" significa en particular, en este contexto, que los dobleces que son visibles en una vista desde arriba sobre la malla de alambre de acero tienen ángulos de doblado en las transiciones que difieren en una cantidad inferior al 20 %, preferentemente, inferior al 15 %, ventajosamente inferior al 10 %, preferentemente, inferior al 5 % y de manera particularmente preferente inferior al 2,5 %.

Además, se propone que una región torcida que delimita una malla hexagonal comprenda más de tres torsiones consecutivas, que en particular tienen la misma dirección. Esto permite, en particular, alcanzar una elevada estabilidad de la malla de alambre de acero. Ventajosamente es posible, además, reducir una probabilidad de desenrollado completa de una región torcida, en el caso de una rotura de alambre en la región torcida. Preferentemente, la región torcida que delimita la malla hexagonal comprende, al menos, cinco o, al menos, siete torsiones consecutivas, que preferentemente tienen la misma dirección. Por "torsión" se entiende en particular un enrollamiento de 180° de uno de los alambres de acero por el alambre de acero vecino. Preferentemente, se debe entender por torsión un enrollamiento firme en forma de tornillo de dos alambres uno alrededor del otro, con una envoltura de 180° de ambos alambres. En el caso de tres torsiones consecutivas, cada alambre de acero se enrolla alrededor del otro alambre de acero en 540° (cinco veces: 900°, siete veces: 1260°).

Si, preferentemente al menos, un ángulo de abertura de la malla hexagonal, en particular promedio, que abarca la malla hexagonal en una dirección longitudinal, es de, al menos, 70°, preferentemente de, al menos, 80° y preferentemente de, al menos, 90°, ventajosamente se permite un alto grado de estabilidad manteniendo la relación ancho de malla/alto de malla de al menos 0,8. Ventajosamente, la relación ancho de malla/alto de malla de al menos 0,8 es alcanzable con regiones torcidas que al mismo tiempo tienen suficiente longitud, lo que evita la rotura del alambre. El ángulo de abertura que abarca la malla hexagonal en la dirección longitudinal es, en particular, el ángulo que abarcan los alambres de acero (no torcidos) en la esquina en la que se unen o separan los dos alambres de acero que delimitan conjuntamente la malla hexagonal (en todo su perímetro). En particular, la malla hexagonal tiene dos ángulos de abertura que abarcan la malla hexagonal en la dirección longitudinal. En particular, los dos ángulos

de abertura que abarcan la malla hexagonal en la dirección longitudinal son de, al menos, 70°, preferentemente de, al menos, 80° y preferentemente de, al menos, 90°. En particular, los dos ángulos de abertura que abarcan la malla hexagonal en la dirección longitudinal son, al menos, sustancialmente iguales. Por “sustancialmente iguales” se entiende en particular, en este contexto, una congruencia de los ángulos de abertura en términos de tamaño con una desviación máxima de 8°, preferentemente, de 6°, ventajosamente de 4° y preferentemente de 2°. En particular, la dirección longitudinal de la malla hexagonal es paralela a la dirección de extensión principal de la malla hexagonal.

Por lo tanto, si los ángulos de abertura de la malla hexagonal ubicados en posición opuesta, en particular promedio, que abarcan una malla hexagonal en la dirección longitudinal, difieren entre sí como máximo 8°, preferentemente, como máximo 6° y preferentemente como máximo 4°, ventajosamente se consigue un alto grado de simetría de la malla de alambre de acero con las mallas hexagonales, gracias a lo cual es posible alcanzar una capacidad de carga especialmente uniforme en, al menos, dos direcciones de tracción de la red de alambre de acero ubicadas una frente a otra a lo largo del alto de la malla, preferentemente, en todas las direcciones de la red de alambre de acero.

Si las mallas hexagonales tienen un ancho de malla, en particular promedio, de aproximadamente 60 mm, aproximadamente 80 mm o aproximadamente 100 mm, es posible obtener ventajosamente una aceptación elevada y rápida de la red de alambre de acero en proyectos de planificación y construcción. Ventajosamente, de este modo se posibilitará un refuerzo sencillo de construcciones ya planificadas o diseñadas, en particular, debido a una replanificación especialmente sencilla. En particular, las mallas hexagonales tienen un tamaño de malla y/o una forma de malla conforme a la norma EN 10223-3:2013. En particular, el alambre de acero del presente documento tiene un diámetro de 2 mm, 3 mm, 4 mm o con un valor que comprende entre 2 mm y 4 mm.

Si, además, el acero de alta resistencia a la tracción de los alambres de acero se elabora de un tipo de acero inoxidable o, al menos, tiene una vaina hecha de un tipo de acero inoxidable, es posible mantener una resistencia a la corrosión particularmente alta y, por lo tanto, una vida útil particularmente larga de las construcciones que comprenden la red de alambre de acero. Los clientes suelen solicitar una vida útil de 100 años o más, lo que teóricamente se puede conseguir utilizando tipos de acero inoxidable. En particular, el alambre de acero está hecho de un acero inoxidable que tiene un número de material de acuerdo con la norma DIN EN 10027-2:2015-07 que está entre 1.4001 y 1.4462, por ejemplo, de un acero inoxidable que tiene uno de los números de material DIN EN 10027-2:2015-07 1.4301, 1.4571, 1.4401, 1.4404 o 1.4462.

Si alternativamente los alambres de acero tienen un revestimiento de protección contra la corrosión o un recubrimiento de protección contra la corrosión, también es posible ventajosamente lograr una alta resistencia a la corrosión junto con una larga vida útil, en la que los costos se pueden mantener a un nivel bajo en comparación con los alambres de acero inoxidable. En particular, el revestimiento de protección contra la corrosión se elabora como galvanización, como revestimiento de ZnAl, como revestimiento de ZnAlMg o como revestimiento metálico de protección contra la corrosión comparable. En particular, el recubrimiento de protección contra la corrosión se elabora como un recubrimiento no metálico que rodea el alambre de acero en una dirección circunferencial, por ejemplo, como una envoltura de plástico (por ejemplo, PVC) o como una envoltura de grafeno.

Se propone, además, que el revestimiento contra la corrosión se realice, al menos, como revestimiento contra la corrosión de clase B de acuerdo con la norma DIN EN 10244-2:2001-07, preferentemente, como revestimiento contra la corrosión de clase A de acuerdo con la norma DIN EN 10244-2:2001-07. Esto permite alcanzar ventajosamente una resistencia a la corrosión especialmente elevada y, por tanto, una larga vida útil. Preferentemente, no sólo los materiales de partida, es decir, los alambres de acero sin doblar, tienen el revestimiento de protección contra la corrosión de clase B o clase A, sino también la red de alambre de acero finalizada. En particular, en una prueba de clima alterno, al menos, una parte de la red de alambre de acero con la capa de protección contra la corrosión tiene una resistencia a la corrosión de más de 1.680 horas, preferentemente, de más de 2.016 horas, ventajosamente de más de 2.520 horas, preferentemente, de más de 3.024 horas y, de manera particularmente preferible, de más de 3.528 horas. Por “prueba de clima alterno” se entiende, en particular, una prueba de resistencia a la corrosión de la protección contra la corrosión, en particular, de la capa de protección contra la corrosión, siguiendo preferentemente las especificaciones dadas por la VDA [Asociación Alemana de la Industria del Automóvil] en su Recomendación VDA 233-102, que prevé en particular, al menos, en un sub periodo, una nebulización y/o pulverización de, al menos, una pieza de prueba con una niebla salina y/o la exposición de la pieza de prueba, al menos, en un sub periodo, a un cambio de temperatura desde temperatura ambiente hasta temperaturas bajo cero. Al variar una temperatura, una humedad relativa y/o una concentración de sal a la que se expone la pieza de prueba, es ventajosamente posible mejorar una fiabilidad de un método de prueba. En particular, las condiciones de prueba se pueden adaptar más a las condiciones reales a las que está expuesto el dispositivo de malla metálica, en particular, cuando se utiliza en el terreno. La pieza de prueba se elabora preferentemente como una sub-parte de un alambre que es, al menos, sustancialmente idéntico al alambre del dispositivo de malla metálica, preferentemente, como una sub-parte del alambre del dispositivo de malla metálica. La prueba de clima alterno se elabora preferentemente de acuerdo con las condiciones de borde habituales para las pruebas de clima alterno, que son conocidas por cualquier experto en la materia y que se enumeran en particular en la Recomendación VDA 233-102 del 30 de junio de 2013. La prueba de clima alterno se elabora en particular en una cámara de pruebas. Las condiciones en el interior de la cámara de pruebas durante la prueba de clima alterno están estrictamente controladas. En particular, en la prueba de clima alterno se deben seguir especificaciones estrictas

relativas a los perfiles de temperatura, la humedad relativa del aire y los períodos de nebulización con niebla salina. Un ciclo de prueba de la prueba de clima alterno se divide, en particular, en siete secciones de ciclo. Un ciclo de prueba de clima alterno dura una semana. En particular, una sección del ciclo dura un día. Un ciclo de prueba consta de tres sub-ciclos de prueba diferentes. Un sub-ciclo de prueba implementa una sección de ciclo. Los tres sub-ciclos de prueba comprenden, al menos, un ciclo A, al menos, un ciclo B y/o, al menos, un ciclo C. Durante un ciclo de prueba, los sub-ciclos de prueba se elaboran consecutivamente en el siguiente orden: ciclo B, ciclo A, ciclo C, ciclo A, ciclo B, ciclo B, ciclo A.

El ciclo A comprende, en particular, una fase de pulverización de sal. En la fase de pulverización de sal se rocía una niebla salina dentro de la cámara de pruebas. En particular, la solución de sal pulverizada durante el ciclo A se elabora aquí en particular como una solución de cloruro de sodio en agua destilada, que preferentemente se ha hervido antes de la preparación de la solución y que preferentemente tiene una conductividad eléctrica de un máximo de $20 \mu\text{S}/\text{cm}$ a $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$, con una concentración en masa en un intervalo de $(10 \pm 1) \text{ g/l}$. La cámara de prueba para la prueba de clima alterno tiene, en particular, un volumen interior de, al menos, $0,4 \text{ m}^3$. En particular, en un funcionamiento de la cámara de pruebas, el volumen interior se llena homogéneamente con una niebla salina. Las partes superiores de la cámara de pruebas se configuran, preferentemente, de forma tal, que las gotas que se forman en la superficie no puedan caer sobre una pieza de prueba. Ventajosamente, la temperatura es de $(35 \pm 0,5)^\circ\text{C}$ durante la pulverización de la niebla salina, en particular, dentro de la cámara de pruebas, y la temperatura se mide preferentemente a una distancia de, al menos, 100 mm de una pared de la cámara de pruebas.

El ciclo B comprende en particular una fase de trabajo, durante la cual la temperatura se mantiene a temperatura ambiente (25°C) y la humedad relativa se mantiene a una humedad relativa del aire típica de la sala (70 %). En la fase de trabajo, en particular, se puede abrir la cámara de pruebas y se puede evaluar y/o comprobar la pieza de prueba.

El ciclo C comprende en particular una fase de congelación. En la fase de congelación en particular, la temperatura de la cámara de pruebas se mantiene a un valor inferior a 0°C , preferentemente, a -15°C .

Por "resistencia a la corrosión" se debe entender, en particular, la durabilidad de un material durante una prueba de corrosión, por ejemplo una prueba de clima alterno, en particular, de conformidad con la recomendación VDA 233-102 de 30 de junio de 2013, durante la cual se mantiene una funcionalidad de una pieza de prueba, y/o preferentemente una duración de tiempo durante la cual no se alcanza un valor umbral de un parámetro de corrosión de una pieza de prueba durante una prueba de clima alterno. Por "una funcionalidad que se mantiene" se debe entender, en particular, que las propiedades del material de una pieza de prueba que son relevantes para la funcionalidad de una red de alambre, como la resistencia al desgarro y/o la fragilidad, permanecen sustancialmente inalteradas. Por "una propiedad material que permanece sustancialmente inalterada" se debe entender, en particular, que un cambio en un parámetro material y/o en una propiedad material es inferior al 10 %, preferentemente, inferior al 5 %, preferentemente, inferior al 3 % y especialmente inferior al 1 % con respecto a un valor inicial anterior a la prueba de corrosión. Preferentemente, el parámetro de corrosión se configura como un porcentaje de una superficie total de una pieza de prueba, en la que el óxido marrón oscuro (DBR, por su sigla en inglés) es, en particular, visualmente, perceptible. El valor umbral del parámetro de corrosión es preferentemente del 5 %. De este modo, una resistencia a la corrosión indica preferentemente un intervalo de tiempo que transcurre hasta que el óxido marrón oscuro (DBR) es perceptible visualmente en el 5 % de una superficie total de una pieza de prueba, en particular, una superficie total de una pieza de prueba que está expuesta a la niebla salina en la prueba de clima alterno. Preferentemente, la resistencia a la corrosión es el tiempo que transcurre entre el inicio de la prueba de clima alterno y la aparición de un 5 % de DBR en la superficie de la pieza de prueba.

En particular, el método de producción de las mallas de alambre de acero recubiertas de protección contra la corrosión utilizado ya está adaptado específicamente, de tal manera que los alambres de acero resultantes tienen una alta resistencia a la rotura a pesar de las altas resistencias a la tracción y a pesar de las capas gruesas de protección contra la corrosión, y en particular superan al proceso de producción de la malla de alambre de acero de tal manera que la malla de alambre de acero resultante está libre de rotura y la capa de protección contra la corrosión permanece indemne. Para ello, por ejemplo, la temperatura de recubrimiento se selecciona específicamente de forma que se pueda mantener baja la fragilización adicional de los alambres de acero de alta resistencia recubiertos. Para ello, por ejemplo, en una galvanización la temperatura del baño de revestimiento se mantiene específicamente más baja de lo habitual. En particular, la temperatura del baño de revestimiento se mantiene en cada paso del proceso por debajo de 440°C , preferentemente, por debajo de 435°C , ventajosamente por debajo de 430°C , preferentemente, por debajo de 425°C . Al mismo tiempo, la temperatura de recubrimiento del baño de revestimiento se mantiene por encima de 421°C . En particular, para ello es necesario un control exhaustivo de la temperatura del baño de revestimiento. En particular, aquí se tiene en cuenta la fuga adicional de carbono de los alambres de acero de alta resistencia durante el proceso de recubrimiento, que influye en la fragilidad y la resistencia del alambre de acero. Además, un método de producción de la red de alambre de acero a partir de los alambres de acero recubiertos se adapta preferentemente de forma específica de tal manera que se evite en la mayor medida posible una rotura del alambre de acero o un daño de la capa de protección contra la corrosión durante el trenzado de las mallas hexagonales. Para ello, en particular, se reduce la velocidad de torsión de los alambres de acero vecinos en comparación con los procesos de producción habituales. En particular, la velocidad de

torsión es de, al menos, 0,5 segundos por torsión (180°), preferentemente de, al menos, 0,75 segundos por torsión (180°) y preferentemente de, al menos, un segundo por torsión (180°).

En el caso de un alambre de acero con un revestimiento de protección contra la corrosión de clase B y con un diámetro de alambre de aproximadamente 2 mm, la densidad de área de la capa de protección contra la corrosión es de, al menos, 115 g/m². En el caso de un alambre de acero con un revestimiento de protección contra la corrosión de clase B y con un diámetro de alambre de aproximadamente 3 mm, la densidad de área de la capa de protección contra la corrosión es de, al menos, 135 g/m². En el caso de un alambre de acero con un revestimiento de protección contra la corrosión de clase B y con un diámetro de alambre de aproximadamente 4 mm, la densidad de área de la capa de protección contra la corrosión es de, al menos, 135 g/m². En el caso de un alambre de acero con un revestimiento de protección contra la corrosión de clase B y con un diámetro de alambre de aproximadamente 5 mm, la densidad de área de la capa de protección contra la corrosión es de, al menos, 150 g/m². En el caso de un alambre de acero con un revestimiento de protección contra la corrosión de clase A y con un diámetro de alambre de aproximadamente 2 mm, la densidad de superficie de la capa de protección contra la corrosión es de, al menos, 205 g/m². En el caso de un alambre de acero con un revestimiento de protección contra la corrosión de clase A y con un diámetro de alambre de aproximadamente 3 mm, la densidad de área de la capa de protección contra la corrosión es de, al menos, 255 g/m². En el caso de un alambre de acero con un revestimiento de protección contra la corrosión de clase A y con un diámetro de alambre de aproximadamente 4 mm, la densidad de área de la capa de protección contra la corrosión es de, al menos, 275 g/m². En el caso de un alambre de acero con un revestimiento de protección contra la corrosión de clase A y con un diámetro de alambre de aproximadamente 5 mm, la densidad de área de la capa de protección contra la corrosión es de, al menos, 280 g/m².

En particular, el alambre de acero utilizado y la capa de protección contra la corrosión aplicada sobre el alambre de acero superan, en particular, en, al menos, una prueba de funcionamiento, sin daños, en particular, sin ruptura, a una torsión N veces mayor del alambre, en la que N se puede determinar, en su caso redondeando hacia abajo, como $BR^{-0.5}d^{-0.5}$, y d es un diámetro del alambre en mm, R es una resistencia a la tracción del alambre en Nmm⁻² y B es un factor de, al menos, 960 N^{0.5} mm^{-0.5}, preferentemente, al menos, 1.050 N^{0.5} mm^{-0.5}, ventajosamente, al menos, 1.200 N^{0.5} mm^{-0.5}, preferentemente, al menos, 1.500 N^{0.5} mm^{-0.5}, y de manera especial preferentemente, al menos, 2.000 N^{0.5} mm^{-0.5}. En particular, la prueba de torsión se ejecuta de conformidad con los requisitos de las normas DIN EN 10218-1:2012-03 y DIN EN 10264-2:2012-03. Esto permite, en particular, proporcionar un proceso de selección de un alambre adecuado que es significativamente más estricto y específico con respecto a una capacidad de carga en comparación con una prueba de torsión de conformidad con las normas DIN EN 10218-1:2012-03 y DIN EN 10264-2:2012-03. Por "torsión" se entiende, en particular, la torsión de un alambre sujeto alrededor de un eje longitudinal.

En particular, el alambre de acero utilizado y la capa de protección contra la corrosión aplicada sobre el alambre de acero superan, en particular, en, al menos, una prueba, sin daños, en particular, sin roturas, a una flexión de vaivén M del alambre alrededor de, al menos, un cilindro de flexión que tiene un diámetro máximo de 8d, preferentemente, no más de 6d, preferentemente, máximo de 4d y, de manera particularmente preferente, no más de 2d, en, al menos, 90°, respectivamente, en direcciones opuestas, donde M se puede determinar, en su caso redondeando hacia abajo, como $C * R^{-0.5} * d^{-0.5}$, donde d es un diámetro del alambre en mm, R una resistencia a la tracción del alambre expresada en N mm⁻² y C un factor de, al menos, 350 N^{0.5} mm^{-0.5}, preferentemente de, al menos, 600 N^{0.5} mm^{-0.5}, ventajosamente de, al menos, 850 N^{0.5} mm^{-0.5}, preferentemente de, al menos, 1.000 N^{0.5} mm^{-0.5} y de manera particularmente preferente de, al menos, 1.300 N^{0.5} mm^{-0.5}. En particular, la prueba de flexión inversa se ejecuta de conformidad con las normas DIN EN 10218-1:2012-03 y DIN EN 10264-2:2012-03. Esto permite, en particular, proporcionar un proceso de selección para un alambre adecuado que es considerablemente más estricto y/o más específico con respecto a una capacidad de carga que una prueba de flexión inversa de acuerdo con las normas DIN EN 10218-1:2012-03 y DIN EN 10264-2:2012-03. En el doblado inverso, el alambre se dobla preferentemente alrededor de dos cilindros de doblado ubicados en posiciones opuestas que se configuran de forma idéntica.

Además, se propone que, al menos dos sub-partes de los alambres de acero superen, sin que se rompan, en particular, en una prueba de funcionamiento, a un enrollamiento en forma de tornillo alrededor de la otra, que comprenda, al menos, N+1 torsiones, preferentemente, N+2 torsiones y preferentemente N+4 torsiones, donde N (en su caso redondeando hacia abajo) es un número de torsiones de los alambres de acero que delimitan las mallas hexagonales a lados opuestos. Esto permite ventajosamente garantizar una elevada resistencia a la rotura de la malla de alambres de acero, en particular, también en el caso de acontecimientos que inicien una deformación adicional de la malla de alambres de acero. Además, es posible garantizar ventajosamente que los alambres de acero utilizados para la producción de la red de alambre de acero no se rompan durante el proceso de producción, en particular, no durante una torsión, causando así la interrupción de la producción y/o el daño de las instalaciones de producción. Además, es ventajosamente posible asegurarse de que una flexión excesiva de los alambres de acero utilizados, que es necesaria para la producción de la red de alambre de acero que tiene la relación ventajosa de ancho de malla/alto de malla de, al menos, 0,75, es factible, permitiendo así básicamente una producción de la red de alambre de acero que tiene la relación ventajosa de ancho de malla/alto de malla de, al menos, 0,75.

Además, de acuerdo con la invención, se propone un dispositivo de producción para trenzar una red de alambre de acero con mallas hexagonales, en particular, una red hexagonal, a partir de alambres de acero que comprenden un

acero de alta resistencia a la tracción, con, al menos, un conjunto de unidades de torsión para una torsión alternante de los alambres de acero con alambres de acero adicionales que están guiados, respectivamente, en lados opuestos de los alambres de acero, y con, al menos, un rodillo giratorio, que se apoya aguas abajo de las unidades de torsión y tiene en una superficie de cubierta unos dientes que están configurados para que se enganchen en las mallas hexagonales recién trenzadas, empujando o tirando así de la red de alambre de acero hacia delante, en la que las unidades de torsión están configuradas para sobregirar los alambres de acero y/o el rodillo giratorio está configurado para sobre-expandir un ancho de malla de las mallas hexagonales, en particular, en comparación con el ancho de malla de una malla hexagonal finalizada. Ventajosamente, de este modo se permite la producción de una red de alambre de acero a partir de alambres de acero de alta resistencia a la tracción con una geometría de malla mejorada, en particular, con una relación ancho/alto de malla conforme a la norma. En particular, las unidades de torsión están configuradas para producir las regiones torcidas que delimitan parcialmente las mallas hexagonales. En particular, cada unidad de torsión comprende dos elementos de torsión de media cobertura, cada uno de los cuales guía un alambre de acero y que giran alternativamente alrededor de un eje de rotación compartido y alrededor de dos ejes de rotación separados para una torsión, en la que en particular al girar separadamente uno del otro, cada una de las medias coberturas se combina con una media cobertura de una unidad de torsión vecina. En particular, un eje de rotación del rodillo giratorio está orientado, al menos, sustancialmente perpendicular a los ejes de rotación de las unidades de torsión. Por estar configuradas las unidades de torsión para "sobregirar" los alambres de acero, se debe entender, de acuerdo con la invención, que un ángulo de rotación barrido por las unidades de torsión durante un proceso de torsión es mayor que un ángulo de torsión total de las regiones torcidas que delimitan las mallas hexagonales de la red de alambre de acero finalizada. Por estar configurado el rodillo giratorio para "sobre expandir" el ancho de malla de la malla hexagonal, se debe entender en particular que un ancho de malla impuesta a la red de alambre de acero por el rodillo giratorio, en particular, por los dientes del rodillo giratorio, es mayor que un ancho de malla de las mallas hexagonales de la red de alambre de acero finalizada. Por "configurado" se entiende, en particular, específicamente diseñado y/o equipado. Por objeto configurado para una función determinada se entiende, en particular, que el objeto cumple y/o ejecuta dicha función determinada en, al menos, un estado de aplicación y/o un estado de funcionamiento.

Si en este caso un sobregiro de los alambres de acero entrelazados y/o la sobre-expansión de las mallas hexagonales se configura para compensar un rebote de los alambres de acero de alta resistencia a la tracción, que son sustancialmente más elásticos en comparación con un acero que no es de alta resistencia a la tracción, ventajosamente se permite la producción de una red de alambre de acero a partir de alambres de acero de alta resistencia a la tracción con una geometría de malla mejorada, en particular, con proporciones de ancho de malla/alto de malla conformes a la norma, lo que no era posible con los métodos habituales. En particular, se selecciona una dimensión de una sobre rotación/torsión tal que se compensa lo más completamente posible un efecto de rebote que corresponde al material, a la resistencia a la tracción y al grosor del alambre de acero respectivo utilizado.

En este contexto, se propone que las unidades de torsión estén configuradas para torcer los alambres de acero, al menos, M veces entre sí, donde M viene dado por la fórmula $M = U + 0,5 \cdot G$, y U es un número entero impar ≥ 3 , que corresponde preferentemente a un número de torsiones dentro de una región de torsión de la malla de alambre de acero finalizada que delimita una malla hexagonal, y donde G es cualquier número real ≥ 1 y ≤ 3 . Como resultado, se consigue ventajosamente una compensación suficiente del efecto rebote del alambre de acero de alta resistencia a la tracción, que en particular tiene un espesor que comprende entre 2 mm y 4 mm, preferentemente $G \geq 1,5$, preferentemente, ≥ 2 .

De acuerdo con la invención, se propone que el dispositivo de producción comprenda una unidad de estiramiento, que está integrada en el rodillo giratorio, que se apoya aguas abajo del rodillo giratorio o está dispuesta separadamente del mismo, y que está configurada para estirar una red hexagonal finalizada, al menos, en una dirección paralela al ancho de la malla, preferentemente, al menos, en un 30 %, preferentemente, al menos, en un 50 % y de manera particularmente preferible, al menos, en un 55 %. En particular, la unidad de estiramiento está configurada para sujetar y estirar simultáneamente varias mallas de la red de alambre de acero que están dispuestas una detrás de otra o espaciadas una detrás de otra en una dirección paralela al ancho de la malla. Preferentemente, al menos, una gran parte de todas las mallas hexagonales de la red de malla se estira directamente. Por el término "estirar directamente" se debe entender, en particular, que la unidad de estiramiento entra en contacto directo con las mallas y las estira independientemente del estiramiento de otras mallas. Por "gran parte" se entiende en particular un 10 %, preferentemente, un 20 %, ventajosamente un 30 %, de manera especialmente ventajosa un 50 %, preferentemente, un 66 % y de manera especialmente preferente un 85 %.

Además, se propone un método de producción para un trenzado de una red hexagonal, en particular, por medio de un dispositivo de producción de acuerdo con la invención. Esto permite ventajosamente proporcionar una red de alambre de acero hecha de alambres de acero de alta resistencia a la tracción con una geometría de malla particularmente ventajosa, que en particular ya está ampliamente en uso y bien probada en el campo de la alta resistencia a la tracción.

Si durante la producción de la red hexagonal los alambres de acero se sobregiran en regiones torcidas de la red hexagonal y/o si las mallas hexagonales se estiran en una dirección paralela al ancho de la malla al menos en un 30

%, esto permite ventajosamente una producción de una red de alambre de acero a partir de alambres de acero de alta resistencia a la tracción con una geometría de malla mejorada, en particular, con proporciones de ancho de malla/alto de malla conformes a la norma, lo cual no se podía realizar con los métodos conocidos hasta ahora.

- 5 La red de alambre de acero de acuerdo con la invención, el dispositivo de producción de acuerdo con la invención y el método de producción de acuerdo con la invención no se limitarán a la aplicación e implementación descritas anteriormente. En particular, para realizar una funcionalidad que se describe en el presente documento, la red de alambre de acero de acuerdo con la invención, el dispositivo de producción de acuerdo con la invención y el método de producción de acuerdo con la invención pueden comprender un número de elementos individuales, componentes y unidades que difiere de un número dado en el presente documento, en la medida en que estén cubiertos por el alcance de protección definido en las reivindicaciones.

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

- 15 Ventajas adicionales se desprenderán de la siguiente descripción de los dibujos. En los dibujos se ilustran cuatro modalidades ejemplares de la invención. Los dibujos, la descripción y las reivindicaciones contienen una pluralidad de características combinadas. Un experto en la materia también considerará a propósito las características por separado y encontrará otras combinaciones convenientes.
- 20 La Figura muestra 1 una parte de una red de alambre de acero con mallas hexagonales, que constituye la técnica anterior.
- La Figura 2 muestra una vista esquemática en planta de una red de alambre de acero con mallas hexagonales de acuerdo con la invención.
- 25 La Figura 3 muestra una sección esquemática a través de un alambre de acero de la red de alambre de acero con un recubrimiento de protección contra la corrosión.
- La Figura 4 muestra una sección esquemática a través de un alambre de acero de la red de alambre de acero con un revestimiento de protección contra la corrosión.
- 30 La Figura 5 muestra una ilustración esquemática de un dispositivo de prueba para realizar pruebas de torsión.
- La Figura 6 muestra una vista lateral esquemática de un dispositivo de producción para el trenzado de la red de alambre de acero con mallas hexagonales.
- 35 La Figura 7 muestra una ilustración esquemática adicional del dispositivo de producción desde una vista en perspectiva.
- La Figura 8 muestra una vista en detalle esquemática, parcialmente seccionada, de una parte del dispositivo de producción, con un rodillo giratorio y con unidades de torsión.
- 40 La Figura 9 muestra una vista en detalle esquemática y parcialmente seccionada de una parte del dispositivo de producción, con un rodillo giratorio alternativo.
- 45 La Figura 10 muestra un diagrama de flujo esquemático de un método de producción para un trenzado de la red de alambre de acero con las mallas hexagonales.
- La Figura 11 muestra una vista esquemática en planta de una red de alambre de acero alternativa de acuerdo con la invención.
- 50 La Figura 12 muestra una sección esquemática a través de un alambre de acero de una red de alambre de acero alternativa y adicional, de acuerdo con la invención, y
- 55 la Figura 13 muestra una sección esquemática a través de un alambre de acero de una red de alambre de acero alternativa y adicional, de acuerdo con la invención.

DESCRIPCIÓN DE LAS MODALIDADES EJEMPLARES

- 60 La Figura 1 muestra una sección de una red de alambre de acero 254 con mallas hexagonales 216, que constituye la técnica anterior y que actualmente produce y distribuye la empresa del solicitante del documento de patente PL 235814 B1 (Nector Sp. z o.o., Cracovia, Polonia). La red de alambre de acero 254 se fabrica a partir de alambres de acero 210, 212, 214, que están hechos de acero de alta resistencia. La red de alambre de acero 254 tiene un ancho de malla 218 y un alto de malla 220. La relación ancho de malla/alto de malla de la red de alambre de acero 254 de la técnica anterior es considerablemente inferior a 0,75. La relación ancho de malla/alto de malla de la red de alambre de acero 254 de la técnica anterior es de aproximadamente 0,5.
- 65

La Figura 2 muestra esquemáticamente una red de alambre de acero 54a de acuerdo con la invención. La red de alambre de acero 54a está configurada para una aplicación con fines de ingeniería civil. La red de alambre de acero 54a está configurada para una aplicación en el campo de la protección contra riesgos naturales. La red de alambre de acero 54a se elabora como una red hexagonal. La red de alambre de acero 54a comprende mallas hexagonales 16a. La red de alambre de acero 54a está hecha de alambres de acero 10a, 12a, 14a. Los alambres de acero 10a, 12a, 14a están hechos de acero de alta resistencia a la tracción. El acero de alta resistencia a la tracción de los alambres de acero 10a, 12a, 14a tiene una resistencia a la tracción de, al menos, 1700 N/mm² y como máximo 2150 N/mm². En el ejemplo que se muestra, los alambres de acero 10a, 12a, 14a están hechos de un acero de alta resistencia a la tracción con una resistencia a la tracción de aproximadamente 1950 N/mm². Además, es concebible que los alambres de acero 10a, 12a, 14a hechos de acero de alta resistencia a la tracción tengan un recubrimiento de protección contra la corrosión 50'a (que no es de alta resistencia a la tracción) (véase la Figura 4) o un revestimiento de protección contra la corrosión 48a (que no es de alta resistencia a la tracción) (véase la Figura 3). Si los alambres de acero 10a, 12a, 14a tienen el revestimiento de protección contra la corrosión 48a, el revestimiento de protección contra la corrosión 48a se elabora, al menos, como un revestimiento de protección contra la corrosión de clase B de acuerdo con la norma 10244-2:2001-07. En el caso que se muestra a modo de ejemplo en la Figura 3, el revestimiento de protección contra la corrosión 48a se elabora como un revestimiento de protección contra la corrosión de clase A de acuerdo con la norma DIN EN 10244-2:2001-07.

Para formar las mallas hexagonales 16a, los alambres de acero 10a, 12a, 14a de la red de alambre de acero 54a se tuercen alternativamente con los alambres de acero vecinos 10a, 12a, 14a de la red de alambre de acero 54a. Los alambres de acero entrelazados 10a, 12a, 14a forman regiones torcidas 24a. Las regiones torcidas 24a comprenden en cada caso, al menos, tres torsiones consecutivas 28a, 38a, 40a. Cada torsión 28a, 38a, 40a comprende un enrollamiento de 180° de un alambre de acero 10a, 12a, 14a de la red de alambre de acero 54a alrededor de otro alambre de acero 10a, 12a, 14a de la red de alambre de acero 54a. En el ejemplo que se muestra en la Figura 2, las regiones torcidas 24a comprenden precisamente tres torsiones 28a, 38a, 40a. Cada una de las torsiones 28a, 38a, 40a tiene una longitud 26a. Las longitudes 26a de las torsiones 28a, 38a, 40a son aproximadamente iguales. Las formas de las torsiones 28a, 38a, 40a son aproximadamente iguales. La longitud promedio 26a de las torsiones 28a, 38a, 40a dentro de las regiones torcidas 24a de varias de las mallas hexagonales 16a es inferior a 1,1 cm.

Las mallas hexagonales 16a de la red de alambre de acero 54a tienen un alto de malla 20a. El alto de malla 20a se mide perpendicularmente al ancho de malla 18a. El alto de malla 20a se configura como la mayor longitud de abertura de las mallas hexagonales 16a. El alto de malla 20a se mide entre una esquina 66a de la malla hexagonal 16a, en la que comienza una torsión 28a, 38a, 40a (diferente de las regiones torcidas 24a) de los dos alambres de acero 10a, 12a, que delimitan la malla hexagonal 16a en todo su perímetro, y una esquina 68a adicional de la malla hexagonal 16a, en la que termina la torsión 28a, 38a, 40a (distinta de las regiones torcidas 24a) de los alambres de acero 10a, 12a, que delimitan la malla hexagonal 16a en todo su perímetro.

Las regiones torcidas 24a delimitan, respectivamente, las mallas hexagonales 16a en dos lados opuestos. Cada región torcida 24a (posible excepción: un borde de la malla de alambre de acero 54a) delimita al mismo tiempo dos mallas hexagonales 16a vecinas. Cada una de las regiones torcidas 24a tiene una longitud 22a. Las longitudes 22a de las regiones torcidas 24a son aproximadamente iguales. La longitud promedio 22a de las regiones torcidas 24a que delimitan las mallas hexagonales 16a equivale, al menos, al 30 % del alto de malla 20a promedio de varias mallas hexagonales 16a de la red de alambre de acero 54a.

Las mallas hexagonales 16a de la red de alambre de acero 54a tienen un ancho de malla 18a. El ancho de malla 18a se configura como la distancia más corta entre las dos regiones torcidas 24a que delimitan una malla hexagonal 16a. La longitud promedio 22a de las regiones torcidas 24a que delimitan las mallas hexagonales 16a equivale, al menos, al 50 % del ancho de malla 18a promedio de varias mallas hexagonales 16a de la red de alambre de acero 54a. El ancho de malla 18a promedio de las mallas hexagonales 16a suele ser de aproximadamente 60 mm, aproximadamente 80 mm o aproximadamente 100 mm. En el caso que se muestra a modo de ejemplo en la Figura 2, el ancho de malla 18a es de aproximadamente 80 mm.

Una relación promedio entre el ancho de malla 18a promedio de varias mallas hexagonales 16a de la red de alambre de acero 54a y el alto de malla 20a promedio de las mallas hexagonales 16a es de, al menos, 0,8. La relación ancho de malla/alto de malla formada por el ancho de malla 18a y el alto de malla 20a es de, al menos, 0,8. En el caso que se muestra a modo de ejemplo en la Figura 2, la relación ancho de malla/alto de malla es de 0,8.

Las mallas hexagonales 16a tienen un primer ángulo de abertura 44a que abarca las mallas hexagonales 16a en una dirección longitudinal 42a de las mallas hexagonales 16a. La dirección longitudinal 42a apunta en una dirección de producción de la malla de alambre de acero 54a, es decir, desde una región torcida 24a que se produjo posteriormente hacia una región torcida 24a que se produjo anteriormente. Alternativamente, la dirección longitudinal 42a puede apuntar en la dirección opuesta. El primer ángulo de abertura 44a abarca la malla hexagonal 16a en una esquina 66a que está ubicada más hacia delante en la dirección longitudinal 42a. Las mallas hexagonales 16a tienen un segundo ángulo de abertura 70a que abarca las mallas hexagonales 16a en la dirección longitudinal 42a. El segundo ángulo de abertura 70a abarca la malla hexagonal 16a en una esquina 68a que está ubicada más hacia

atrás en la dirección longitudinal 42a. Los dos ángulos de abertura 44a, 70a están ubicados en esquinas opuestas 66a, 68a de las mallas hexagonales 16a.

El primer ángulo de abertura 44a promedio de varias mallas hexagonales 16a de la red de alambre de acero 54a es de, al menos, 70°. En el ejemplo que se muestra en la Figura 2, el primer ángulo de abertura 44a es de aproximadamente 90°. El segundo ángulo de abertura 70a promedio de varias mallas hexagonales 16a de la red de alambre de acero 54a es de, al menos, 70°. En el ejemplo que se muestra en la Figura 2, el segundo ángulo de abertura 70a es de aproximadamente 90°. Los ángulos de abertura 44a, 70a promedios de las mallas hexagonales 16a, ubicados en posición opuesta, que abarcan las mallas hexagonales 16a en la dirección longitudinal 42a, difieren entre sí como máximo 8°. En el ejemplo que se muestra en la Figura 2, los ángulos de abertura 44a, 70a ubicados en posición opuesta, de las mallas hexagonales 16a son aproximadamente iguales.

Vistos a lo largo de la dirección longitudinal 42a, los dos alambres de acero 10a, 12a, que delimitan una malla hexagonal 16a de la red de alambre de acero 54a en todo su perímetro, presentan en cada caso una curvatura de entrada 30a en lados, respectivamente, ubicados de forma opuesta de la malla hexagonal 16a, en una transición 72a en la que el respectivo alambre de acero 10a, 12a pasa de una sección, al menos, sustancialmente recta 32a del respectivo alambre de acero 10a, 12a que delimita la malla hexagonal 16a a una región torcida 24a del alambre de acero 10a, 12a que delimita la malla hexagonal 16a. Vistos a lo largo de la dirección longitudinal 42a, los dos alambres de acero 10a, 12a, que delimitan una malla hexagonal 16a de la red de alambre de acero 54a en todo su perímetro, presentan en cada caso una curvatura de salida 34a en lados, respectivamente, opuestos de la malla hexagonal 16a, en una transición 74a adicional (diferente de la transición 72a) en la que el respectivo alambre de acero 10a, 12a pasa de la región torcida 24a que delimita la malla hexagonal 16a a otra sección 36a, al menos, sustancialmente recta, del alambre de acero 10a, 12a que delimita la malla hexagonal 16a. La curvatura de entrada 30a promedio y la curvatura de salida 34a promedio de los alambres de acero 10a, 12a, 14a de varias mallas hexagonales 16a son aproximadamente iguales.

Los alambres de acero 10a, 12a, 14a de la red de alambre de acero 54a tienen una resistencia a la rotura adecuada para la producción de las mallas hexagonales 16a con la relación ancho de malla/alto de malla de 0,8 o más. Los alambres de acero 10a, 12a, 14a de la malla de alambre de acero 54a se elaboran de tal manera que dos sub-partes de los alambres de acero 10a, 12a, 16a superan en una primera prueba de funcionamiento de torsión a un enrollamiento en forma de tornillo uno alrededor del otro que comprende, al menos, N+1 torsiones, donde N es, si procede redondeando hacia abajo, un número de torsiones de los alambres de acero 10a, 12a, 14a que delimitan las mallas hexagonales 16a a lados opuestos. En el ejemplo que se muestra en la Figura 2, los alambres de acero 10a, 12a, 14a soportan, al menos, cuatro torsiones. En particular, para cada lote de alambre de acero se ejecuta la primera prueba de torsión antes de su uso para la producción de una red de alambre de acero 54a. Para ello, dos sub-partes de los alambres de acero 10a, 12a, 14a del lote de alambres de acero se sujetan en un dispositivo de prueba 76a en extremos opuestos (véase la Figura 5) y se tuercen entre sí hasta que se detecta la rotura de, al menos, uno de los alambres de acero 10a, 12a, 14a.

Además, los alambres de acero 10a, 12a de la red de alambre de acero 54a se elaboran de tal manera que en una segunda prueba de funcionamiento de torsión dos sub-partes de los alambres de acero 10a, 12a, 14a superan un enrollamiento y desenrollamiento en forma de tornillo de los alambres de acero 10a, 12a, 14a uno alrededor del otro, que comprende, al menos, tres, preferentemente, al menos, cinco y preferentemente, al menos, siete torsiones de vaivén. Las piezas de prueba de los alambres de acero 10a, 12a, 14a se enrollan alternativamente entre sí, respectivamente, en 180° y luego se desenrollan. Una torsión de 180° en una de las dos direcciones de torsión se cuenta como una torsión de vaivén. Para una segunda prueba de funcionamiento de torsión, las dos sub-partes de los alambres de acero 10a, 12a, 14a del lote de alambres de acero también se sujetan en el dispositivo de prueba 76a en extremos opuestos y se tuercen en vaivén hasta que se detecta una rotura de, al menos, uno de los alambres de acero 10a, 12a, 14a. Esto permite ventajosamente, por un lado, asegurar que los alambres de acero 10a, 12a, 14a no se rompan durante la producción de la red de alambre de acero 54a de acuerdo con la invención, en particular, en un sobregiro de los alambres de acero 10a, 12a, 14a y/o no se rompan en una sobre-expansión de la red de alambre de acero 54a. Por otra parte, de este modo es posible afirmar ventajosamente que la red de alambre 54a de acuerdo con la invención es capaz de proporcionar un efecto protector suficiente, ya que tiene, por ejemplo, una resistencia a la rotura suficientemente alta también en el caso de un evento (por ejemplo, un desprendimiento de rocas) que implique una deformación plástica y/o elástica.

La Figura 5 muestra una ilustración esquemática del dispositivo de prueba 76a para llevar a cabo la primera prueba de torsión y/o para llevar a cabo la segunda prueba de torsión. El dispositivo de prueba 76a comprende dos dispositivos de sujeción de alambres de acero 78a, 80a para una sujeción posicionalmente fija y rotacionalmente fija de un par de alambres de acero 10a, 12a. Antes de la prueba de funcionamiento de torsión respectiva, los alambres de acero 10a, 12a sujetos en los dispositivos de sujeción de alambres de acero 78a, 80a son guiados uno al lado del otro y paralelos entre sí. Cuando se lleva a cabo la prueba de funcionamiento de torsión respectiva, uno de los dos dispositivos de sujeción de alambre de acero 78a, 80a se sujeta de manera rotacionalmente fija mientras que el otro de los dos dispositivos de sujeción de alambre de acero 78a, 80a gira alrededor de un eje de rotación que corre paralelo a las direcciones longitudinales iniciales 82a de los alambres de acero 10a, 12a sujetos por los dispositivos de sujeción de alambre de acero 78a, 80a.

La Figura 6 muestra una vista lateral esquemática de un dispositivo de producción 52a para un trenzado de la red de alambre de acero 54a que tiene las mallas hexagonales 16a, en particular, para un trenzado de una red hexagonal, a partir de los alambres de acero 10a, 12a, 14a que comprenden el acero de alta resistencia a la tracción. El dispositivo de producción 52a comprende un primer dispositivo de suministro de alambre 84a para suministrar, al menos, parte del material de partida, por ejemplo, al menos, el alambre de acero 10a. El primer dispositivo de suministro de alambre 84a está configurado para recibir, al menos, una bobina 86a con el alambre de acero de alta resistencia a la tracción 10a enrollado de manera que sea giratorio, en particular, que se pueda desenrollar. El dispositivo de producción 52a comprende un dispositivo de alineación de alambre 88a. El dispositivo de alineación de alambre 88a está configurado para enderezar, al menos, parcialmente el alambre de acero 10a previamente enrollado. El dispositivo de producción 52a comprende un segundo dispositivo de suministro de alambre 90a. En el segundo dispositivo de suministro de alambre 90a, el alambre de acero 12a se enrolla en espiral.

El dispositivo de producción 52a comprende un conjunto de unidades de torsión 56a, 58a (véase también la Figura 8). Las unidades de torsión 56a, 58a están configuradas para torcer entre sí los alambres de acero 10a, 12a alimentados desde los dispositivos de suministro de alambre 84a, 90a. Las unidades de torsión 56a, 58a están configuradas para torcer, respectivamente, un alambre de acero 10a alternativamente con alambres de acero 12a, 14a adicionales, que están guiados en lados, respectivamente, ubicados opuestos del alambre de acero 10a. El dispositivo de producción 52a comprende un rodillo giratorio 60a. El rodillo giratorio 60a está dispuesto dentro del dispositivo de producción 52a aguas abajo de las unidades de torsión 56a, 58a. El rodillo giratorio 60a está configurado para empujar, respectivamente, tirar, de los alambres de acero 10a, 12a, 14a ya entrelazados, preferentemente, alejándolos de las regiones torcidas de las unidades de torsión 56a, 58a. El rodillo giratorio 60a está configurado para una rotación continua. El dispositivo de producción 52a comprende un dispositivo de enrollado de malla 92a. El dispositivo de enrollado de malla 92a está configurado para aceptar la malla de alambre de acero 54a finalizada del rodillo giratorio 60a y enrollar la malla de alambre de acero 54a en rollos de malla 94a.

La Figura 7 muestra una ilustración esquemática adicional del dispositivo de producción 52a en una vista en perspectiva.

La Figura 8 muestra esquemáticamente una vista en detalle parcialmente seccionada de una parte del dispositivo de producción 52a. En la sección mostrada en la Figura 8, se ilustran tres unidades de torsión 56a, 58a, 104a. Una primera unidad de torsión 56a comprende dos elementos de torsión 96a, 98a. Una segunda unidad de torsión 58a, que está dispuesta junto a la primera unidad de torsión 56a, también comprende dos elementos de torsión 100a, 102a. Los elementos de torsión 96a, 98a, 100a, 102a de una de las unidades de torsión 56a, 58a, 104a se elaboran, en cada caso, como sub-elementos de media cobertura de forma cilíndrica. Cada elemento de torsión 96a, 98a, 100a, 102a de una de las unidades de torsión 56a, 58a, 104a guía un único alambre de acero 10a, 12a, 14a. Los elementos de torsión 96a, 100a, ubicados hacia delante en la Figura 8, guían, respectivamente, un alambre de acero 10a, 14a que ha sido enrollado desde la bobina 86a y enderezado. Los elementos de torsión 98a, 102a, ubicados hacia atrás en la Figura 8, guían un alambre de acero 12a que ha sido enrollado libremente en forma de espiral. Los elementos de torsión 98a, 102a, que están ubicados en la parte posterior de la Figura 8, están dispuestos sobre un carril 106a que está soportado para que se mueva longitudinalmente. Los elementos de torsión 98a, 102a son guiados junto con el movimiento del carril 106a. El carril 106a se puede mover en vaivén en ambas direcciones a lo largo de un eje longitudinal del carril 106a. El carril 106a se puede mover en vaivén en ambas direcciones paralelamente a un eje de rotación 108a del rodillo giratorio 60a. El carril 106a se puede mover en vaivén en ambas direcciones perpendicularmente a los ejes de rotación 110a de las unidades de torsión 56a, 58a, 104a. En un movimiento del carril 106a, diferentes elementos de torsión 96a, 98a, 100a, 102a se juntan alternativamente. Por ejemplo, primero se juntan los dos elementos de torsión 96a, 98a que pertenecen a la primera unidad de torsión 56a y se tuercen los correspondientes alambres de acero 10a, 12a. A continuación, uno de los elementos de torsión 96a de la primera unidad de torsión 56a se junta, por medio del movimiento del carril 106a, con uno de los elementos de torsión 102a de la segunda unidad de torsión 58a. Los elementos de torsión 96a, 98a, 100a, 102a, después de haber sido, respectivamente, reunidos, giran alrededor de un eje de rotación compartido 110a, como resultado de lo cual los alambres de acero 10a, 12a, 14a, guiados, respectivamente, por los elementos de torsión 96a, 98a, 100a, 102a que fueron reunidos, se tuercen entre sí. Durante la torsión y la conmutación del carril 106a, el rodillo giratorio 60a gira y, mientras gira, extrae los alambres de acero 10a, 12a, 14a de las unidades de torsión 56a, 58a, 104a.

Las unidades de torsión 56a, 58a, 104a están configuradas para sobregirar los alambres de acero 10a, 12a, 14a durante el proceso de torsión en donde los alambres de acero 10a, 12a, 14a se tuercen entre sí para formar las regiones torcidas 24a. El sobregiro de los alambres de acero entrelazados 10a, 12a, 14a está configurada para compensar, después del proceso de torsión, un rebote de los alambres de acero de alta resistencia 10a, 12a, 14a, que son considerablemente más elásticos en comparación con un acero que no es de alta resistencia a la tracción. El sobregiro de los alambres de acero entrelazados 10a, 12a, 14a está configurada para producir una red de alambre de acero planar 54a con mallas hexagonales 16a, que tiene regiones torcidas 24a estrechamente envueltas. Las unidades de torsión 56a, 58a, 104a están configuradas para torcer los alambres de acero 10a, 12a, 14a entre sí en el proceso de torsión, al menos, M veces, en el que M viene dado por la fórmula $M = U + 0,5 \cdot G$, y U es un número entero impar ≥ 3 , y G es cualquier número real ≥ 1 y ≤ 3 . En el caso que se muestra a modo de ejemplo, las unidades de torsión 56a, 58a, 104a están configuradas para torcer los alambres de acero 10a, 12a, 14a

en el proceso de torsión más de 3,5 veces. En el caso que se muestra a modo de ejemplo, las unidades de torsión 56a, 58a, 104a están configuradas para torcer los alambres de acero 10a, 12a, 14a en el proceso de torsión aproximadamente 4 veces.

El rodillo giratorio 60a comprende en una superficie de cubierta 62a unos dientes 64a. Los dientes 64a están configurados para que se enganchen en las mallas hexagonales 16a recién trenzadas de la red de alambre de acero 54a, empujando o tirando de esta forma la red de alambre de acero 54a hacia delante en el proceso de torsión en marcha. El rodillo giratorio 60a está configurado para sobre expandir las mallas hexagonales 16a en una dirección del ancho de malla 18a en comparación con el ancho de malla 18a de una malla hexagonal 16a finalizada. Los dientes 64a están configurados para sobre expandir las mallas hexagonales 16a en la dirección del ancho de malla 18a. Los dientes 64a tienen una forma que genera una sobre-expansión de las mallas hexagonales 16a en la dirección del ancho de malla 18a. El ancho de cada diente 64a del rodillo giratorio 60a es mayor que el ancho de malla 18a de la red de alambre de acero 54a finalizada. La sobre-expansión de las mallas hexagonales 16a está configurada para compensar un rebote de los alambres de acero de alta resistencia 10a, 12a, 14a, que son considerablemente más elásticos en comparación con un acero que no es de alta resistencia a la tracción.

La Figura 9 muestra esquemáticamente la parte del dispositivo de producción 52a que también se muestra en la Figura 8, donde el dispositivo de producción 52a comprende un rodillo giratorio alternativo 60'a. El dispositivo de producción 52a comprende una unidad de estiramiento 134a. La unidad de estiramiento 134a está configurada para estirar una red de alambre de acero 54a finalizada en direcciones paralelas al ancho de malla 18a. La unidad de estiramiento 134a está configurada para estirar la red de alambre de acero 54a finalizada en, al menos, un 30 %. En el caso ilustrado ejemplarmente en la Figura 9, la unidad de estiramiento 134a está integrada en el rodillo giratorio alternativo 60'a. La unidad de estiramiento 134a comprende elementos de estiramiento 112a, 114a, 116a. Los elementos de estiramiento 112a, 114a, 116a se elaboran como salientes en el rodillo giratorio 60'a. Los elementos de estiramiento 112a, 114a, 116a están configurados para encajar en las mallas hexagonales 16a. Los elementos de estiramiento 112a, 114a, 116a están configurados para atacar a las regiones torcidas 24a de las mallas hexagonales 16a y para separar las mallas hexagonales 16a en direcciones paralelas al ancho de malla 18a. Por ejemplo, como resultado de un movimiento de vaivén de los elementos de estiramiento 112a, 114a, 116a durante la rotación del rodillo giratorio 60'a, las mallas hexagonales 16a individuales de la red de alambre de acero 54a se sobre expanden temporalmente. Alternativamente, es concebible que la unidad de estiramiento 134a se apoye aguas abajo del rodillo giratorio 60a o que la unidad de estiramiento 134a esté dispuesta separadamente del dispositivo de producción 52d que comprende el rodillo giratorio 60a y las unidades de torsión 56a, 58a, 104a.

La Figura 10 muestra un diagrama de flujo esquemático de un método de producción para un trenzado de la red de alambre de acero 54a que tiene las mallas hexagonales 16a. En, al menos, un paso del método 122a, dos alambres de acero 10a, 12a de un lote de alambre de acero se sujetan en el dispositivo de prueba 76a y se lleva a cabo la primera prueba de funcionamiento de torsión y/o la segunda prueba de funcionamiento de torsión. Si la primera prueba de funcionamiento de torsión y/o la segunda prueba de funcionamiento de torsión se han superado, los alambres de acero 10a, 12a del lote de alambre de acero que se ha probado se utilizan para la producción de una red de alambre de acero 54a de acuerdo con la invención y/o se alimentan al dispositivo de producción 52a.

En, al menos, un paso del método 120a adicional, el alambre de acero 10a (probado) se alimenta a la primera unidad de torsión 56a. En el paso del método 120a, el alambre de acero 12a adicional (probado) se introduce en la primera unidad de torsión 56a. En, al menos, un paso del método 124a, los dos alambres de acero 10a, 12a se tuercen entre sí. En la producción de la red de alambre de acero 54a, en el paso del método 124a, los alambres de acero 10a, 12a se sobregiran en las regiones torcidas 24a de la red de alambre de acero 54a. En el paso del método 124a, los alambres de acero 10a, 12a se sobregiran en las regiones torcidas 24a de la malla de alambre de acero 54a, al menos, media vuelta, preferentemente, al menos, una vuelta completa. Después de la sobre rotación, los alambres de acero 10a, 12a sobregirados rebotan automáticamente por la cantidad sobregirada debido a la alta elasticidad del acero de alta resistencia a la tracción, de tal manera que se produce la geometría de acuerdo con la invención de las mallas hexagonales 16a.

En, al menos, un paso del método 118a adicional, la malla de alambre de acero 54a que se está creando es atacada en las regiones torcidas 24a por los dientes 64a del rodillo giratorio 60a y es llevada junto con el movimiento del rodillo giratorio 60a. Las mallas hexagonales 16a se sobre expanden en el paso del método 118a en direcciones paralelas al ancho de malla 18a por los dientes 64a, en particular, por el enganche de los dientes 64a en las mallas hexagonales 16a. Después de pasar el rodillo giratorio 60a, las mallas hexagonales 16a sobre expandidas rebotan automáticamente, al menos, por una parte de la expansión debido a la alta elasticidad del acero de alta resistencia a la tracción, de tal manera que se produce la geometría de acuerdo con la invención de las mallas hexagonales 16a.

Alternativa o adicionalmente, en, al menos, un paso del método 126a adicional las mallas hexagonales 16a de la red de alambre de acero 54a finalizada se estiran adicional o alternativamente. En el paso del método 126a, las mallas hexagonales 16a de la red de alambre de acero 54a finalizada son estiradas por los elementos de estiramiento 112a, 114a, 116a que están integrados en el rodillo giratorio 60a o por los elementos de estiramiento 112a, 114a, 116a que están configurados por separado del rodillo giratorio 60a. Después del estiramiento por la unidad de estiramiento 134a, las mallas hexagonales 16a estiradas rebotan automáticamente, al menos, por una parte del

estiramiento debido a la alta elasticidad del acero de alta resistencia a la tracción, de tal manera que se produce la geometría de acuerdo con la invención de las mallas hexagonales 16a.

En las Figuras 11 a 13 se muestran tres modalidades ejemplares adicionales de la invención. Las siguientes descripciones y los dibujos se limitan esencialmente a las diferencias entre las modalidades ejemplares, donde con respecto a los componentes que tienen la misma denominación, en particular, a los componentes que tienen los mismos números de referencia, principalmente los dibujos y/o la descripción de las otras modalidades ejemplares, en particular, de las Figuras 1 a 10, pueden ser referidos. Para distinguir entre las modalidades ejemplares, se ha añadido la letra "a" a los números de referencia en las Figuras 1 a 10. En las modalidades ejemplares de las Figuras 11 a 13, la letra "a" ha sido sustituida por las letras "b" a "d".

La Figura 11 muestra esquemáticamente una red de alambre de acero 54b alternativa de acuerdo con la invención. La red de alambre de acero 54b comprende mallas hexagonales 16b. La red de alambre de acero 54b se elabora a partir de alambres de acero 10b, 12b, 14b. Los alambres de acero 10b, 12b, 14b están hechos de un acero de alta resistencia a la tracción. Para la formación de las mallas hexagonales 16b, los alambres de acero 10b, 12b, 14b de la red de alambre de acero 54b se tuercen alternativamente con los alambres de acero vecinos 10b, 12b, 14b de la red de alambre de acero 54b. Los alambres de acero entrelazados 10b, 12b, 14b forman regiones torcidas 24b. Las regiones torcidas 24b de la malla de alambre de acero 54b alternativa comprenden en cada caso más de tres torsiones consecutivas 28b, 38b, 40b, 128b, 130b. En el ejemplo de la Figura 11, las regiones torcidas 24b de la red de alambre de acero 54b alternativa comprenden cinco torsiones consecutivas 28b, 38b, 40b, 128b, 130b.

La Figura 12 muestra esquemáticamente una sección a través de un alambre de acero 10c de una red de alambre de acero 54c alternativa y adicional, de acuerdo con la invención. El alambre de acero 10c está hecho de un acero de alta resistencia a la tracción. El acero de alta resistencia a la tracción del alambre de acero 10c es de tipo inoxidable.

La Figura 13 muestra esquemáticamente una sección a través de un alambre de acero 10d de una red de alambre de acero 54d alternativa y adicional, de acuerdo con la invención. El alambre de acero 10d comprende un acero de alta resistencia a la tracción. El alambre de acero 10d tiene una vaina 46d de un tipo de acero inoxidable. El alambre de acero 10d comprende un núcleo 132d de un tipo de acero no inoxidable. Ambas subregiones, la vaina 46d y el núcleo 132d o sólo el núcleo 132d, pueden estar hechas de acero de alta resistencia a la tracción.

NÚMEROS DE REFERENCIA

10	alambre de acero
12	alambre de acero
14	alambre de acero
16	malla hexagonal
18	ancho de malla
20	alto de malla
22	longitud
24	región torcida
26	longitud
28	torsión
30	curvatura de entrada
32	sección recta
34	curvatura de salida
36	sección recta adicional
38	torsión
40	torsión

	42	dirección longitudinal
	44	ángulo de abertura
5	46	vaina
	48	revestimiento de protección contra la corrosión
	50	recubrimiento de protección contra la corrosión
10	52	dispositivo de producción
	54	red de alambre de acero
15	56	unidad de torsión
	58	unidad de torsión
	60	rodillo
20	62	superficie de la vaina
	64	diente
25	66	esquina
	68	esquina
	70	ángulo de abertura
30	72	transición
	74	transición
35	76	aparato de prueba
	78	aparato de sujeción de alambre de acero
	80	aparato de sujeción de alambre de acero
40	82	dirección longitudinal inicial
	84	primer dispositivo de suministro de alambre
45	86	bobina
	88	dirección de alineación del alambre
	90	segundo dispositivo de suministro de alambre
50	92	dispositivo para enrollar la red
	94	rollo de red
55	96	elemento de torsión
	98	elemento de torsión
	100	elemento de torsión
60	102	elemento de torsión
	104	elemento de torsión
65	106	carril

	108	eje de rotación
	110	eje de rotación
5	112	elemento de estiramiento
	114	elemento de estiramiento
	116	elemento de estiramiento
10	118	paso del método
	120	paso del método
15	122	paso del método
	124	paso del método
	126	paso del método
20	128	torsión
	130	torsión
25	132	núcleo
	134	unidad de estiramiento
	210	alambre de acero
30	212	alambre de acero
	214	alambre de acero
35	216	mallá hexagonal
	218	ancho de mallá
	220	alto de mallá
40	254	mallá de alambre de acero

REIVINDICACIONES

1. Una red hexagonal hecha de alambres de acero (10a-d, 12a-d, 14a-d) con mallas hexagonales (16a-d), en particular para fines de ingeniería civil, preferentemente, para una aplicación en el campo de la protección contra riesgos naturales,

en donde los alambres de acero (10a-d, 12a-d, 14a-d) están trenzados alternativamente con alambres de acero vecinos (10a-d, 12a-d, 14a-d) y en la que los alambres de acero (10a-d, 12a-d, 14a-d) están formados por un acero de alta resistencia a la tracción o, al menos, tienen un núcleo de alambre de acero de alta resistencia a la tracción,

caracterizada porque una relación, en particular promedio, calculada a partir de un ancho de malla (18a-d), en particular promedio, de las mallas hexagonales (16a-d) y un alto de malla (20a-d), en particular promedio, de las mallas hexagonales (16a-d), medida perpendicularmente al ancho de malla (18a-d) es de, al menos, 0,8,

en donde el ancho de malla (18a-d) es una distancia entre dos regiones torcidas (24a-d) que delimitan una malla hexagonal (16a-d), que se extienden al menos sustancialmente paralelas entre sí y que están ubicadas en lados ubicados de manera opuesta de la malla hexagonal (16a-d),

en donde el alto de malla (20a-d) es una distancia entre dos esquinas (66a-d, 68a-d) de la malla hexagonal (16a-d) que están ubicadas una frente a la otra en una dirección paralela a una dirección de extensión principal de la región torcida (24a-d),

y en donde el acero de alta resistencia a la tracción de los alambres de acero (10a-d, 12a-d, 16a-d) tiene una resistencia a la tracción de, al menos, 1560 N/mm².

2. La red hexagonal de acuerdo con la reivindicación 1,

caracterizada porque el acero de alta resistencia a la tracción de los alambres de acero (10a-d, 12a-d, 14a-d) tiene una resistencia a la tracción de, al menos, 1700 N/mm² y preferentemente de, al menos, 1950 N/mm².

3. La red hexagonal de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes,

caracterizada porque una longitud (22a-d), en particular promedio, de una región torcida (24a-d) que delimita una malla hexagonal (16a-d) es de, al menos, el 30 %, preferentemente de, al menos, el 35 % del alto de la malla (20a-d), en particular promedio.

4. La red hexagonal de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes,

caracterizada porque una longitud (22a-d), en particular promedio, de una región torcida (24a-d) que delimita una malla hexagonal (16a-d) es, al menos, el 50 %, preferentemente al menos, el 55 % y, preferentemente al menos, el 60 % del ancho de la malla (18a-d) en particular promedio.

5. La red hexagonal de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes,

caracterizada porque una longitud (26a-d), en particular promedio, de una torsión (28a-d, 38a-d, 40a-d) dentro de una región torcida (24a-d) que delimita una malla hexagonal (16a-d) es inferior a 1,1 cm, preferentemente, inferior a 1 cm.

6. La red hexagonal de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes,

caracterizada porque una región torcida (24b-d) que delimita una malla hexagonal (16b-d) comprende más de tres torsiones consecutivas (28b-d, 38b-d, 40b-d, 128b-d, 130b-d).

7. La red hexagonal de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes,

caracterizada porque al menos, un ángulo de abertura (44a-d, 70a-d), en particular promedio, de la malla hexagonal (16a-d), que abarca la malla hexagonal (16a-d) en una dirección longitudinal (42a-d), es de, al menos, 70°, preferentemente de, al menos, 80° y preferentemente de, al menos, 90°, la dirección longitudinal (42a-d) de la malla hexagonal (16a-d) se extiende paralela a una dirección de extensión principal de la malla hexagonal (16a-d).

8. La red hexagonal de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes,

caracterizada porque las mallas hexagonales (16a-d) tienen un ancho de malla (18a-d), en particular promedio, de aproximadamente 60 mm, aproximadamente 80 mm o aproximadamente 100 mm.

9. La red hexagonal de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes,

caracterizada porque el acero de alta resistencia a la tracción de los alambres de acero (10c-d, 12c-d, 14c-d) está elaborado de un acero de tipo inoxidable o, al menos, tiene una vaina (46d) de un acero de tipo inoxidable.

- 5 10. La red hexagonal de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes,

caracterizada porque los alambres de acero (10a, 12a, 14a; 10b, 12b, 14b) tienen un revestimiento de protección contra la corrosión (48a; 48b) o un recubrimiento de protección contra la corrosión (50'a; 50'b).

- 10 11. La red hexagonal de acuerdo con la reivindicación 10,

caracterizada porque el revestimiento de protección contra la corrosión (48a; 48b) está configurado, al menos, como revestimiento de protección contra la corrosión de clase B, de acuerdo con la norma DIN EN 10244-2:2001-07, preferentemente, como revestimiento de protección contra la corrosión de clase A, de acuerdo con la norma DIN EN 10244-2:2001-07.

- 15 12. La red hexagonal de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes,

caracterizada porque al menos, dos sub-partes de los alambres de acero (10a-d, 12a-d, 14a-d) superan, sin que se rompan, en particular en una prueba de funcionamiento, a un enrollamiento en forma de tornillo una alrededor de la otra, que comprende, al menos, $N+1$ torsiones, preferentemente $N+2$ torsiones y preferentemente $N+4$ torsiones, donde N , si se aplica al redondear hacia abajo, es un número de torsiones de los alambres de acero (10a-d, 12a-d, 14a-d) que delimitan las mallas hexagonales (16a-d) a lados opuestos.

- 25 13. Un dispositivo de producción (52a-d) para un trenzado de una red hexagonal con mallas hexagonales (16a-d) a partir de alambres de acero (10a-d, 12a-d, 14a-d) que comprenden un acero de alta resistencia a la tracción, de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, con, al menos, una matriz de unidades de torsión (56a-d, 58a-d, 104a-d) para una torsión alternada de alambres de acero (10a-d, 12a-d, 14a-d) con alambres de acero (10a-d, 12a-d, 14a-d) adicionales que están guiados respectivamente por lados opuestos de los alambres de acero (10a-d, 12a-d, 14a-d), y

con, al menos, un rodillo giratorio (60a-d: 60'a-d), que se apoya aguas abajo de las unidades de torsión (56a-d; 58a-d, 104a-d) y tiene en una superficie de la vaina (62a-d) unos dientes (64a-d) configurados para que se enganchen en las mallas hexagonales (16a-d) recién trenzadas, empujando o tirando de la red de alambre de acero (54a-d) hacia

35 delante,

caracterizado porque las unidades de torsión (56a-d; 58a-d, 104a-d) están configuradas para sobregirar los alambres de acero (10a-d, 12a-d, 14a-d) de tal manera que un ángulo de rotación barrido por las unidades de torsión (56a-d, 58a-d, 104a-d) durante un proceso de torsión es mayor que un ángulo de torsión total de las regiones torcidas (24a-d) que delimitan las mallas hexagonales (16a-d) de la red hexagonal finalizada,

40 y/o que el rodillo giratorio (60a-d: 60'a-d) está configurado para sobre expandir un ancho de malla (18a-d) de las mallas hexagonales (16a-d), en particular en comparación con el ancho de malla (18a-d) de una malla hexagonal finalizada (16a-d), tal como una unidad de estiramiento (134a-d), que está integrada en el rodillo giratorio (60a-d, 60'a-d), que se apoya aguas abajo del rodillo giratorio (60a-d, 60'a-d) o que está dispuesta por separado del rodillo giratorio (60a-d, 60'a-d), está configurada para estirar una red hexagonal finalizada, al menos en una dirección paralela al ancho de malla (18a-d), preferentemente al menos en un 30 %.

- 50 14. El dispositivo de producción (52a-d) de acuerdo con la reivindicación 13,

caracterizado porque el dispositivo de producción está configurado para compensar un rebote de los alambres de acero de alta resistencia a la tracción (10a-d, 12a-d, 14a-d), que son sustancialmente más elásticos, en comparación con un acero que no es de alta resistencia a la tracción, por el sobregiro de los alambres de acero entrelazados (10a-d, 12a-d, 14a-d) y/o la sobre-expansión de las mallas hexagonales (16a-d).

- 55 15. El dispositivo de producción (52a-d) de acuerdo con la reivindicación 13 o 14,

caracterizado porque las unidades de torsión (56a-d, 58a-d) están configuradas para torcer los alambres de acero (10a-d, 12a-d, 14a-d) al menos M veces entre sí, en donde M viene dado por la fórmula $M = U + 0,5 \cdot G$, y en donde U es un número entero impar ≥ 3 , que corresponde preferentemente a un número de torsiones (28a-d, 38a-d, 40a-d) dentro de una región torcida (24a-d) de la red hexagonal finalizada que delimita una malla hexagonal (16a-d), y donde G es cualquier número real ≥ 1 y ≤ 3 .

- 60 16. Un método de producción para un trenzado de una red hexagonal con mallas hexagonales (16a-d) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12, en particular por medio de un dispositivo de producción (52a-d) de acuerdo con una de las reivindicaciones 13 a 15,

en donde durante la producción de la red hexagonal, los alambres de acero (10a-d, 12a-d, 14a-d) se sobregiran en regiones retorcidas (24a-d) de la red hexagonal, y/o

- 5 en donde las mallas hexagonales (16a-d) se estiran en una dirección paralela al ancho de la malla (18a-d) en al menos un 30 %.

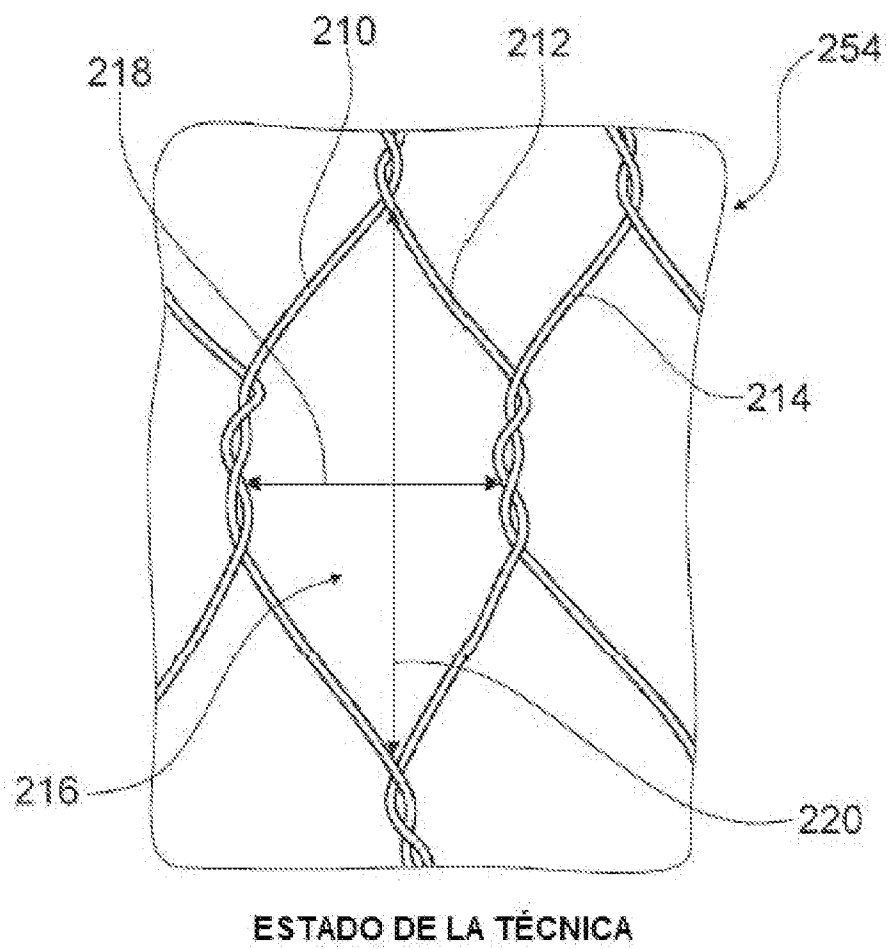


Fig. 1

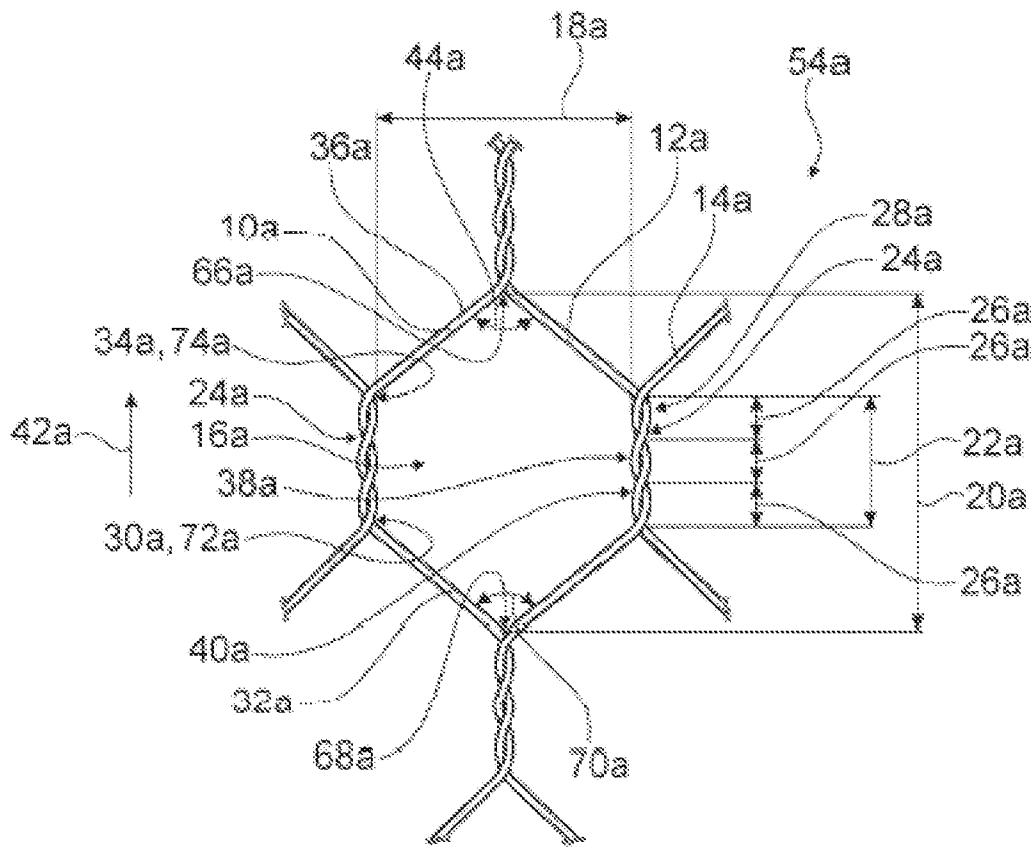


Fig. 2

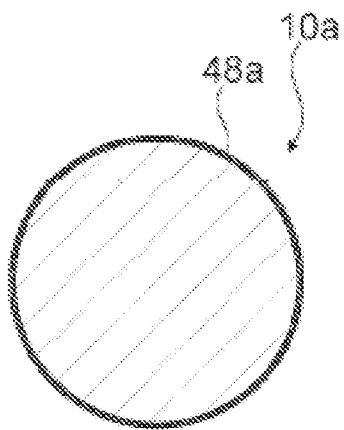


Fig. 3

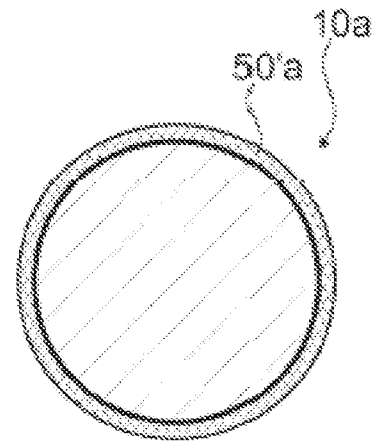


Fig. 4

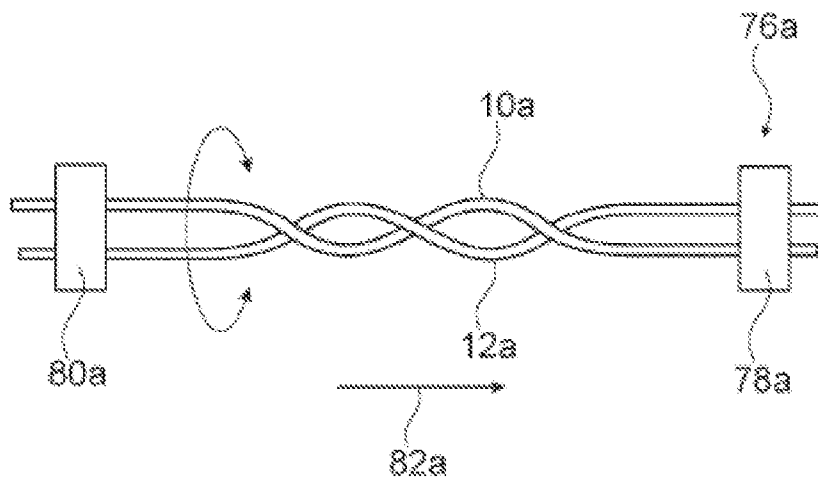


Fig. 5

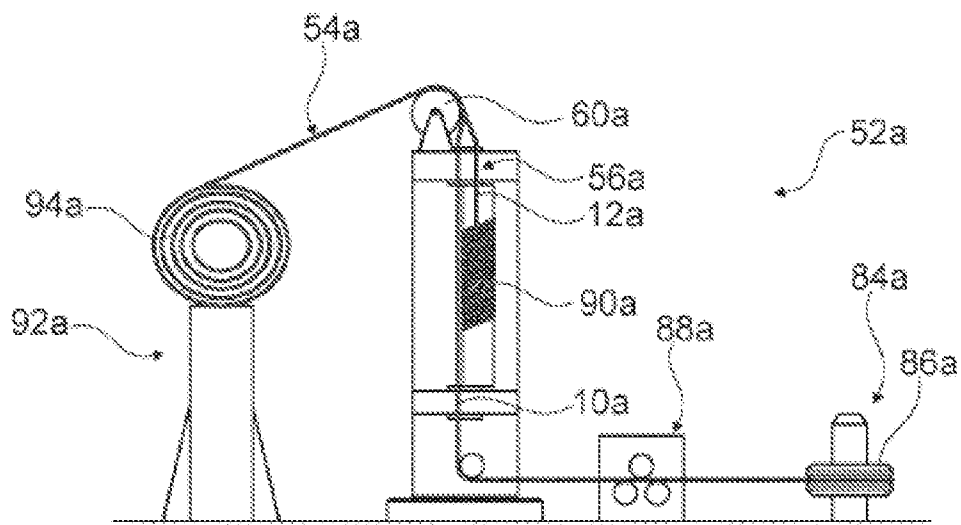


Fig. 6

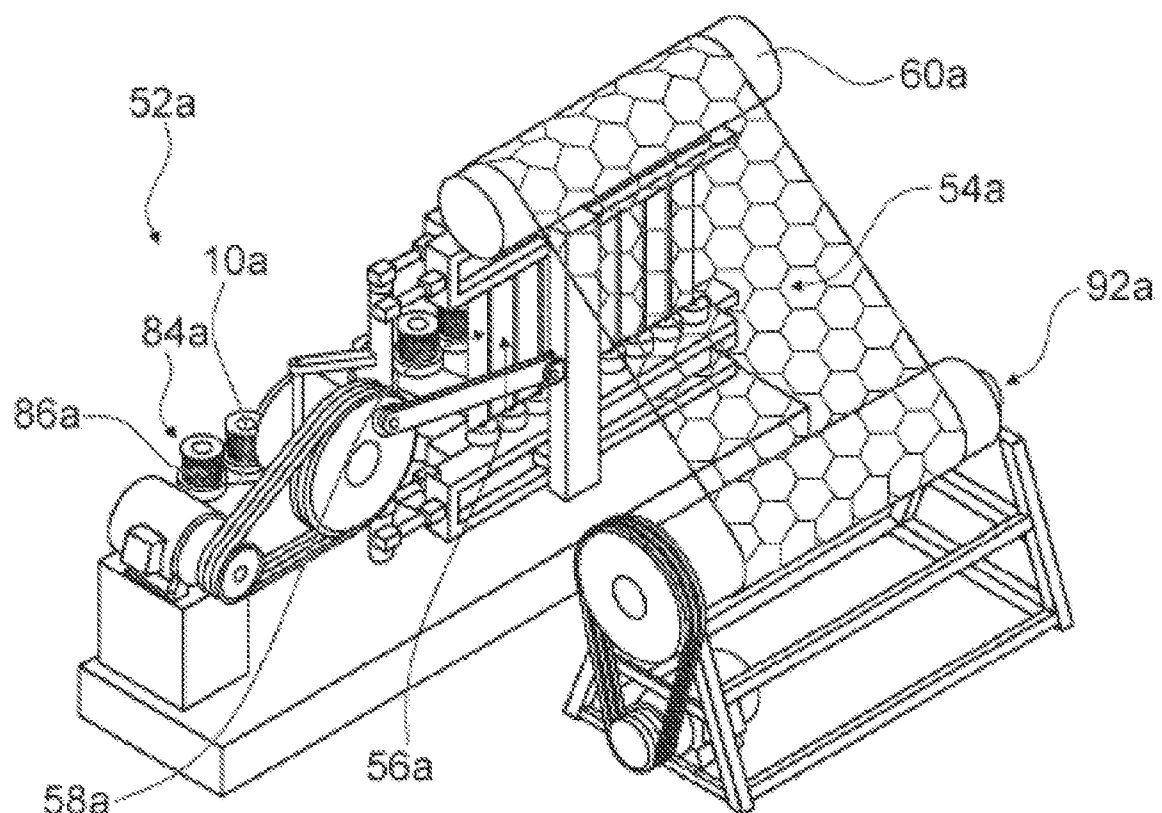


Fig. 7

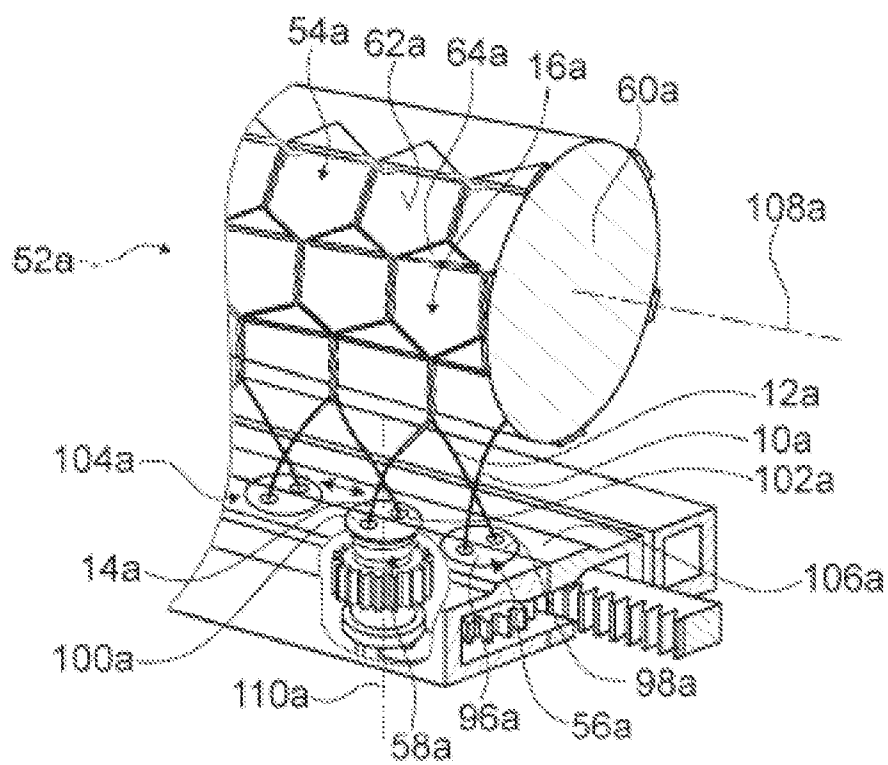


Fig. 8

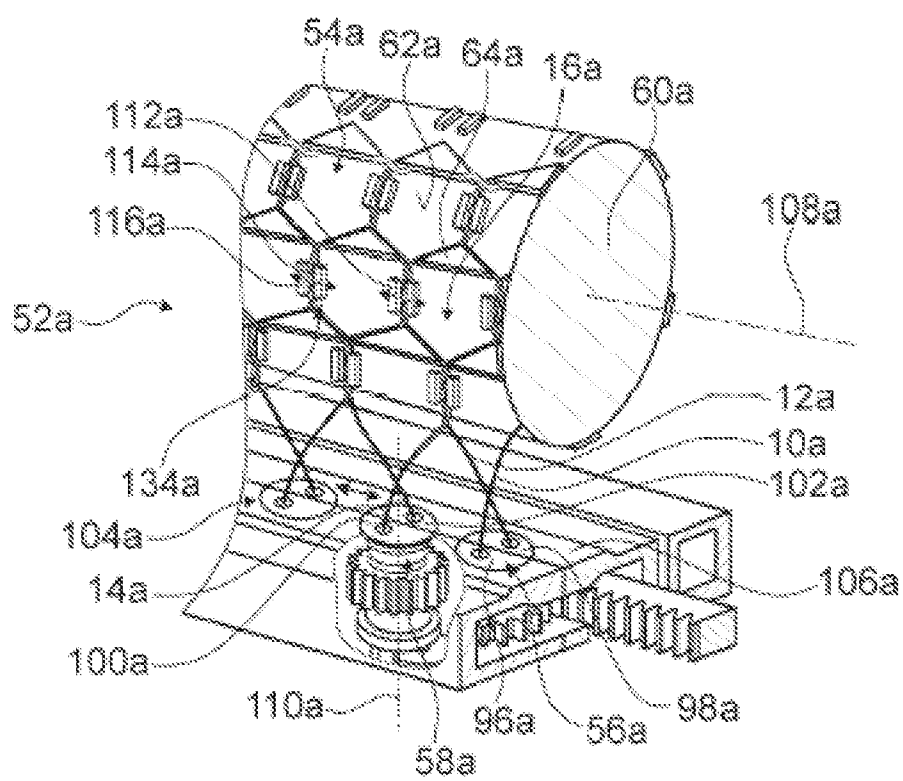


Fig. 9

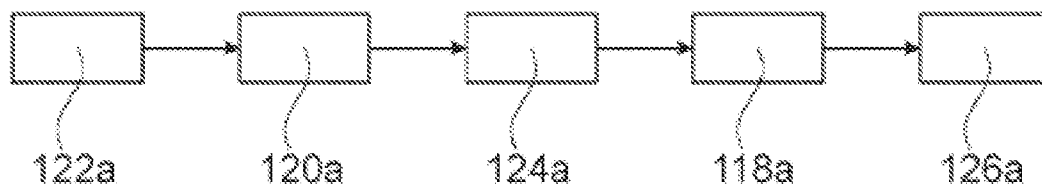


Fig. 10

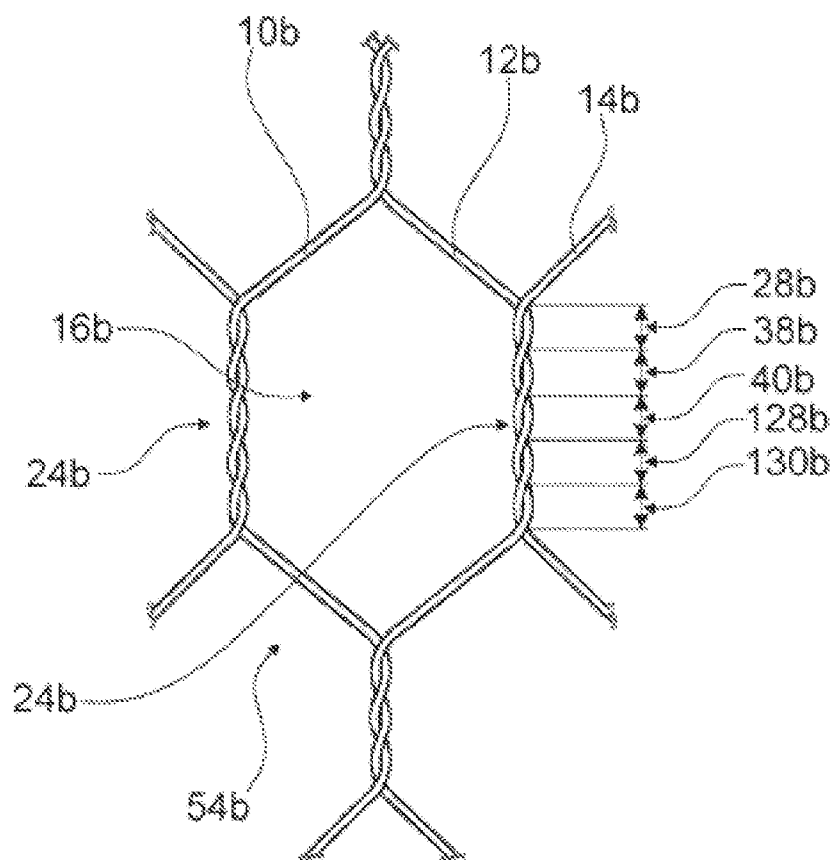


Fig. 11

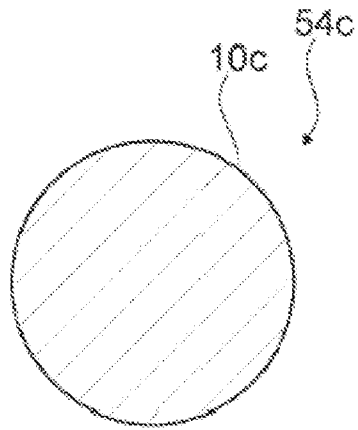


Fig. 12

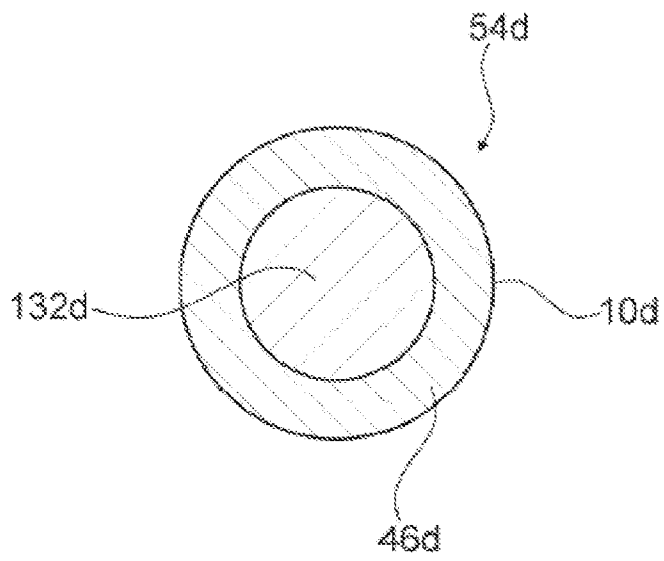


Fig. 13