

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 799 509**

51 Int. Cl.:

E04C 5/07

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.01.2016 PCT/DE2016/100014**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.07.2016 WO16112898**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.01.2016 E 16708340 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.04.2020 EP 3245349**

54 Título: **Barra de armadura de material compuesto de filamento y procedimiento para su producción**

30 Prioridad:

13.01.2015 DE 102015100386

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

18.12.2020

73 Titular/es:

**TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN (100.0%)
Helmholtzstr. 10
01069 Dresden, DE**

72 Inventor/es:

**SCHLADITZ, FRANK;
LIEBOLDT, MATTHIAS;
CURBACH, MANFRED y
TIETZE, MATTHIAS**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Nuria

ES 2 799 509 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

Barra de armadura de material compuesto de filamento y procedimiento para su producción

- 5 La invención se refiere a un procedimiento para la producción de una barra de armadura endurecida, que está prevista para la incorporación en un componente de hormigón.

10 El material de construcción hormigón es muy adecuado para absorber cargas de presión. Sin embargo, solo tiene una baja capacidad de absorción con respecto al esfuerzo de tracción y muestra un fallo notablemente frágil del material. Por lo tanto, los componentes de hormigón necesitan refuerzo para absorber las tensiones de tracción, por ejemplo, como resultado de los momentos de flexión y de las tensiones de tracción como la contracción, la influencia de la temperatura. La combinación de hormigón y armadura que absorbe fuerza de tracción genera un material de construcción de alto rendimiento. La armadura se puede instalar en este sentido en varias disposiciones geométricas y se utilizan principalmente estructuras y barras en forma de rejilla. El acero estructural se usa generalmente como material. La armadura de acero puede oxidarse en el hormigón y provocar daños estructurales considerables. Además, estas armaduras son muy pesadas y difíciles de manejar debido a la alta densidad del acero. Dependiendo de la exposición existente, las armaduras de acero con revestimientos de hormigón de hasta 5,5 cm deben protegerse contra la corrosión.

15 20 Por lo tanto, para reducir los revestimientos de hormigón requeridos, se han realizado investigaciones sobre materiales insensibles a la corrosión, como el vidrio resistente al carbono o al álcali, durante varios años y se han preparado para una amplia gama de aplicaciones. Se logró un primer paso con el material compuesto de hormigón textil.

25 El hormigón textil o el hormigón reforzado con textiles es un material compuesto hecho de hormigón y una tela textil (especialmente el acabado). Desde aproximadamente el año 1994, la investigación ha sido muy intensiva en el tema del hormigón textil, en el cual se usan telas textiles (telas). Estos se componen de hilos de múltiples filamentos con los materiales de vidrio (en particular resistente a los álcalis), carbono o basalto. Estos hilos de múltiples filamentos individuales (mechas) a su vez consisten en varios miles de filamentos con un diámetro de aproximadamente 5 a 8 µm (para carbono). Si los rovings se insertaran en el hormigón sin recubrir, únicamente los filamentos exteriores de los rovings se conectarían al hormigón y los filamentos internos de los rovings no tendrían conexión con el hormigón. Por lo tanto, solo los filamentos externos participarían principalmente en la transferencia de carga. No se aprovecha a este respecto la capacidad de carga que es posible debido al número y la resistencia a la tracción de los filamentos.

30 35 La mecha o el textil está provisto de un revestimiento que se infiltra en la estructura para que todos los filamentos participen en la transferencia de carga. Estos son generalmente plásticos, como por ejemplo estireno-butadieno o resina epoxi. Este recubrimiento conecta inicialmente todos los filamentos de un roving entre sí. Este roving compacto se asemeja a un plástico reforzado con fibra. Cuando este roving se inserta en el hormigón, el hormigón a su vez solo se conecta a los filamentos externos. Sin embargo, el plástico asegura que una gran parte de los filamentos participe en la transferencia de carga. La capacidad de carga de las estructuras recubiertas es, por lo tanto, significativamente mayor que la de los rovings no recubiertos u otros textiles. Como se describe en este caso, la carga se transfiere incluso con armaduras en forma de varilla de plástico reforzado con fibra.

40 45 Dichas barras de armadura son conocidas. El documento EP 1 253 259 A2 describe una barra de armadura que consiste en plástico reforzado con fibra y está provista de una nervadura. Tal nervadura, como también se encuentra en las barras de armadura de acero, asegura una mejor unión a la matriz de hormigón circundante o, en el presente caso, compensa una posible unión reducida entre el hormigón y la resina sintética.

50 El documento DE 431 32 27 A1 se refiere a un elemento de armadura pretensado con tendones de acero, vidrio, aramida o carbono dispuestos centralmente que se extienden en al menos una dirección en una matriz de hormigón o mortero y con superficies externas diseñadas para la conexión con el hormigón circundante. La matriz de hormigón o mortero contiene fibras flexibles de plástico, vidrio, carbono o metal o cables rígidos de refuerzo o tiras de metal en una cantidad efectiva para igualar la distribución de grietas.

55 El documento DE 10 2009 057 074 A1 describe un componente prefabricado para la construcción de techos con una carcasa de hormigón. El componente de techo se caracteriza por elementos de hormigón pretensado incrustados en la carcasa de hormigón y separados. Los elementos de hormigón pretensado están diseñados preferiblemente como barras de hormigón pretensado. Las barras de hormigón pretensado discurren en paralelo a una distancia entre sí, preferiblemente en paralelo a los bordes opuestos de la placa del componente del techo. Tal construcción es adecuada para la aplicación prevista en un componente de techo y no requiere una conexión a la matriz de hormigón a lo largo de toda la longitud. Sin embargo, el procedimiento propuesto no es adecuado para su uso con elementos de armadura universales.

60 65 Los materiales de armadura usados, como el carbono y el hormigón, son mucho más resistentes a la temperatura y duraderos que el revestimiento. Las propiedades del revestimiento o del material de matriz de armadura se ven afectadas negativamente por un aumento de la temperatura. Como resultado, el número de filamentos involucrados en la transferencia de carga cae rápidamente. La resistencia del componente también disminuye en consecuencia.

Los refuerzos utilizados actualmente en hormigón textil, por ejemplo en forma de telas textiles, tienen algunas desventajas generales y específicas. Además, estos requieren un proceso ascendente de producción textil. Para poder utilizar aún más las ventajas de las fibras orientadas en el hormigón, en el documento DE 10 2006 018 407 A1 se presenta un elemento de armadura para componentes de hormigón, que consiste en haces de fibras (mechas) y una matriz de aglomerante mineral, por ejemplo hormigón fino. Estos rovings y el agente aglutinante mineral forman bandas que forman una unidad de refuerzo a través de la formación de nudos.

Tal estructura de refuerzo bidimensional es adecuada para componentes de hormigón planos y dimensionalmente adecuados. Sin embargo, no ofrece un reemplazo para las barras de armadura como elementos estructurales básicos de una estructura de refuerzo unidimensionalmente efectivos y universalmente aplicables. El objetivo de cubrir los filamentos con material mineral solo se logra en este caso dentro del marco de la estructura de red dada, porque allí los filamentos se pueden introducir de tal manera que prometan esta cobertura en una medida razonable a través de capas tipo sándwich con el hormigón.

El documento CH 691 608 A proporciona el uso universal de la armadura de fibra también para elementos estructurales básicos efectivos en una dimensión de una estructura de armadura, por lo que también en este caso las fibras se unen en una barra pultruida en resina sintética o se estresan previamente en el refuerzo de tal manera que se insertan en los extremos están anclados por mangas de anclaje.

Esta solución es a modo de ejemplo del estado de la técnica y especifica las dos direcciones básicas. Una pluralidad de soluciones proporcionan fibras unidas con resina sintética, el material compuesto resultante forma la armadura. En este sentido, sin embargo, el rendimiento de la armadura depende de la resistencia del material matricial del refuerzo, ya que esto determina el grado en que una pluralidad de fibras participa en la transferencia de carga. Sin embargo, dado que existen restricciones considerables en términos de resistencia térmica y resistencia a la fatiga en las resinas sintéticas utilizadas como material de matriz, un elemento de armadura obtenido de esta manera también está sujeto a severas restricciones de uso.

La segunda solución frecuente se refiere a un elemento de refuerzo con fibras pretensadas. Para este propósito, las fibras se anclan en los extremos del elemento de armadura por medio de mangas de anclaje, que incluyen todas las fibras en la transferencia de carga sin una conexión segura a la matriz de hormigón circundante a lo largo de toda la longitud y para todas las fibras necesarias. Sin embargo, dicho elemento de refuerzo solo puede reemplazarse en un grado muy limitado y debe fabricarse especialmente para la aplicación específica en las dimensiones requeridas. Un corte, por ejemplo, como es habitual y posible con refuerzo de acero convencional o también con los materiales compuestos antes mencionados, no puede tener lugar en este caso. El uso flexible y el reemplazo de elementos de refuerzo convencionales no son posibles.

Un grupo más pequeño de soluciones propuestas se ocupa de la introducción directa de fibras en la matriz de hormigón, en el componente de hormigón posterior. Esto es proporcionado generalmente por fibras no direccionales, pero no se puede lograr refuerzo direccional. La orientación de los filamentos depende en gran medida de la tecnología de producción y por regla general es aleatoria, y algunas de las fibras se encuentran en la dirección de la carga. Las fibras restantes permanecen ineficaces en el mejor de los casos, en el peor de los casos forman inhomogeneidades que promueven el crecimiento de grietas.

Sin embargo, como en el documento CH 691 608 A, para evitar todas las desventajas mencionadas anteriormente, se reconoció la necesidad de insertar filamentos dirigidos no tensados directamente en la matriz de hormigón, lo que también permitiría, por ejemplo, dividir la barra de refuerzo obtenida de esta manera según lo deseado. Las soluciones propuestas para esto todavía son insatisfactorias, ya que solo una presión indefinida, causada en este caso por la rotación, no asegura que el hormigón también penetre en la mecha y humedezca los filamentos. Sin embargo, este es el requisito previo para la participación de todos los filamentos en la transferencia de carga y, al mismo tiempo, una conexión segura a la matriz de hormigón circundante posterior. Sin embargo, según la solución propuesta en el documento CH 691 608 A, esto no está garantizado, sino que depende del azar.

El refuerzo hecho de plásticos reforzados con fibra, en forma plana o en forma de varilla, tiene un recubrimiento hecho de un aglutinante polimérico orgánico que no es lo suficientemente resistente a la temperatura ni duradero. El problema con los elementos de refuerzo reforzados con fibra utilizados anteriormente es, por lo tanto, que no es posible una transferencia de carga estable o permanentemente asegurada.

Por el documento JP 0000H0321433 A se conoce una varilla hueca tubular hecha de plástico reforzado con fibra, en cuya cavidad se inyecta hormigón de resina de poliéster. Aunque esto sirve para ahorrar plástico reforzado con fibra, la resistencia a la tracción permanente y resistente a la temperatura del componente de hormigón armado no mejora, ni la conexión de las fibras al hormigón del componente de hormigón.

El documento EP 0 170 499 A2 describe un elemento de refuerzo en el que los hilos se colocan en una disposición paralela y se impregnan con un material de endurecimiento. Además de las resinas sintéticas, también se proporcionan materiales inorgánicos como el cemento como material de endurecimiento. También se describe un procedimiento de fabricación del elemento de armadura. Para este propósito, los hilos se pasan juntos a través de un baño del material

de endurecimiento y luego se tratan adicionalmente. El procedimiento es adecuado para el uso de resinas sintéticas, pero las partículas no pueden penetrar al menos completamente entre los hilos agrupados y humedecerlos.

5 Según Hunashyal, A. M.; Tippa, S. V.; Quadri, S. S. Banapurmath, N. R: Experimental Investigation on Effect of Carbon Nanotubes and Carbon Fibres on the Behavior of Plain Cement Mortar Composite Round Bars under Direct Tension. International Scholarly Research Network -ISRN Nanotechnology, 2011, Article 10856849, doi:10.5402/2011/856849 se investigan los efectos de las fibras de carbono sobre la resistencia de las barras de cemento. Sin embargo, las fibras se mezclan de manera no direccional en el material de matriz mineral, de modo que solo una parte de las fibras se apoya en la dirección de la tensión. Además, inevitablemente se utilizan fibras cortas, la capacidad de carga en el material de la matriz se debe únicamente a la corta longitud de una conexión a la que la matriz debe evaluarse como baja.

15 Un material compuesto de fibra convencional consiste en un material de refuerzo que está incrustado en una matriz. Tanto los polímeros termoestables como los termoplásticos se pueden usar como matriz. Las resinas de poliéster relativamente económicas, las resinas de éster de vinilo y las resinas epoxídicas se utilizan como sistemas de matriz termoendurecible.

20 Para mejorar las propiedades especiales, como las propiedades de deslizamiento, la deformación posterior bajo el calor y la resistencia a la abrasión, también se pueden producir compuestos de fibra termoplástica. En este caso, las poliamidas, polipropilenos y polietilenos se utilizan principalmente como sistemas de matriz convencionales.

25 Según el estado de la técnica, el material de refuerzo utilizado en una descripción general es predominantemente fibras sintéticas hechas de vidrio, carbono y aramida, que se pueden usar como mechas, telas, tejidos o no tejidos. Esto significa que las propiedades pueden variarse dentro de un amplio ámbito, tanto absolutamente como en su relación entre las direcciones longitudinal y transversal.

Los elementos de refuerzo convencionales hechos de plástico reforzado con fibra se fabrican por pultrusión. La estructura básica de una instalación de pultrusión tiene los siguientes elementos:

- 30
- estante de fibra,
 - guías de fibra,
 - equipo de impregnación,
 - herramienta de conformación o endurecimiento,
 - dispositivo de tracción y

35

 - unidad de corte.

40 En el procedimiento de pultrusión, los rovings de fibra son guiados a través de guías de fibra desde un almacén de bobinas de varios pisos al baño de resina, el equipo de impregnación. Las fibras pasan a través de varias estaciones de preformado para que se lleven a la forma de perfil deseada. Las esteras, telas, tejidos o no tejidos se pueden integrar en el proceso en las guías de fibra para adaptar y optimizar las propiedades mecánicas en comparación con un refuerzo puramente unidireccional, como lo logran las fibras.

45 Básicamente, se puede hacer una distinción entre los siguientes tres procedimientos para la impregnación de resina, el procedimiento de baño común para secciones transversales simples en un baño de resina abierto, el procedimiento de extracción, en particular para la producción de perfiles con secciones transversales geométricamente complejas, y el procedimiento de inyección, en el que las fibras de refuerzo pasan a través de la herramienta de impregnación sin ser desviadas.

50 La conformación final del perfil y el curado por calor a temperaturas entre 100 °C y 200 °C tienen lugar a continuación en una herramienta de temperatura controlada con una longitud de 0,5 m a 2,5 m. El perfil acabado y, por lo tanto, las fibras junto con el sistema de matriz y el material de refuerzo se transportan mediante un dispositivo de tracción posterior, por ejemplo en forma de una toma de oruga o pinzas neumáticas, y se extraen continuamente de la herramienta a velocidades de proceso de 0,1 m/min a 1,2 m/min (de ahí el nombre en inglés Pultrusion to pull - tirar y extrusión - empujar hacia dentro).

55 El procedimiento de extrusión es adecuado para producir perfiles de plástico reforzados con fibra (relativamente) económicos. La calidad del material compuesto obtenido de esta manera es significativamente mayor que la calidad que se puede lograr con procedimientos manuales endurecidos en frío debido a la alta temperatura de endurecimiento y las condiciones constantes. Se pueden lograr calidades más altas utilizando procedimientos complejos de autoclave de preimpregnados.

60 Sobre todo, la velocidad de producción, combinada con el alto grado de automatización y los menores costos asociados, abren perfiles de plástico reforzados con fibra, fabricados utilizando el procedimiento de pultrusión, nuevos campos de aplicación, por ejemplo, como un reemplazo estructural para perfiles de acero en la construcción de edificios, construcción liviana o en áreas con corrosión severa. Lo mismo se cumple para la fabricación de refuerzo de GRP.

- 5 Las desventajas de las soluciones conocidas, de las cuales se ha presentado anteriormente una sección transversal representativa, consisten en general en el hecho de que los plásticos utilizados como material de matriz son muy sensibles a la temperatura. A partir de temperaturas entre 40 °C y 120 °C, el recubrimiento se vuelve blando y pierde su función. Sin embargo, en el caso de un edificio, deben demostrarse temperaturas de hasta aproximadamente 500 °C. La carga prolongada de los plásticos también puede hacer que el revestimiento se arrastre y, por lo tanto, provocar un aumento no deseado de la deformación del componente compuesto. La durabilidad de los plásticos por un tiempo limitado puede provocar fragilización o envejecimiento, en particular debido al ambiente alcalino en el hormigón.
- 10 Por lo tanto, el objetivo de la invención es proporcionar un elemento de armadura en forma de barra para la construcción de hormigón, que prescindir del recubrimiento de plástico polimérico, no obstante no se oxida, es resistente a la temperatura así como también es por lo demás permanente, tiene una alta capacidad de carga y no necesita pre-tensión.
- 15 El objetivo de la invención se consigue mediante un procedimiento para la producción de una barra de armadura endurecida de acuerdo con la reivindicación 1. El haz de filamentos puede encontrarse como filamentos individuales, como un haz de filamentos dividido en hilos individuales o como hilos individuales, preferentemente con en cada caso menos de 50.000 (50K) filamentos individuales, de manera especialmente preferente menos de 25.000 (25K), de manera muy especialmente preferente menos de 12.000 (12K) filamentos individuales. El procesamiento ventajoso ha de esperarse a un número de menos de aproximadamente 6.000 (6K), principalmente menos de aproximadamente 3.000 filamentos (3K). Este número de filamentos ha de considerarse como el óptimo.
- 20 Por encima del equipo de expansión, los hilos pueden contener claramente más filamentos. Sin embargo, es recomendable que los hilos por encima de 50K se dividan, aún mejor también hilos por encima de 25K y del mejor modo también hilos por encima de 12K. Con ello se facilita la extensión posterior, siempre que en cada caso esté presente un bajo número de filamentos individuales. Además, los hilos más delgados, que presentan menos filamentos, facilitan la penetración de los agentes de limpieza y de activación o de la matriz de suspensión en el hijo, de modo que los filamentos se tratan o recubren de mejor manera. En lugar de la extensión pueden alimentarse por separado también varios hilos más delgados y reunirse solo después de que los filamentos contenidos se envuelvan con el material de matriz.
- 25 Por encima del equipo de expansión, los hilos pueden contener claramente más filamentos. Sin embargo, es recomendable que los hilos por encima de 50K se dividan, aún mejor también hilos por encima de 25K y del mejor modo también hilos por encima de 12K. Con ello se facilita la extensión posterior, siempre que en cada caso esté presente un bajo número de filamentos individuales. Además, los hilos más delgados, que presentan menos filamentos, facilitan la penetración de los agentes de limpieza y de activación o de la matriz de suspensión en el hijo, de modo que los filamentos se tratan o recubren de mejor manera. En lugar de la extensión pueden alimentarse por separado también varios hilos más delgados y reunirse solo después de que los filamentos contenidos se envuelvan con el material de matriz.
- 30 En el caso de las fibras de carbono son habituales actualmente números de filamentos de 3K, 6K, 12K, 24K (25K) y 48K (50K), de modo que también pueden guiarse varios hilos individuales, por ejemplo 3k o 6K, hasta el equipo de expansión o someterse directamente al tratamiento previsto. Hilos de 100K se consiguen habitualmente doblando hilos de 50K. En el futuro, se cuenta con números de filamentos de 100K, 200K o 400K en los hilos.
- 35 Mediante la extensión previa, el material de matriz mineral envuelve los filamentos esencialmente por completo. El haz de filamentos se pasa a un estado fraguable. En la etapa de procedimiento siguiente, los filamentos envueltos se reúnen de nuevo para formar un haz de filamentos y en una pieza de boca o en un encofrado se somete a una conformación.
- 40 La invención ya no está sujeta a la necesidad previamente conocida de una sección transversal de barra compacta, en la que los filamentos se encuentran tan cerca que no hay espacio entre los filamentos para las partículas de cemento. Por otro lado, se emplean suspensiones minerales, por ejemplo con el uso de cemento fino o muy fino, que penetran esencialmente mejor en los hilos de múltiples filamentos. También cuando el diámetro se amplía algo con esto, el peso se encuentra no obstante por debajo del de una armadura de acero con la misma absorción de fuerza.
- 45 La distancia de los filamentos de hilo entre sí, y con ello la sección transversal de barra, se amplía en el contexto del desarrollo tecnológico en cada caso hasta que el material de matriz mineral, en el presente caso como una suspensión o partículas minerales, consiguen un espacio libre suficiente entre los filamentos dentro del haz de filamentos o del hilo. Con este modo de proceder se garantiza una interconexión segura entre los filamentos individuales de la barra, después de que el material de matriz mineral ha fraguado. La sección transversal de barra puede presentar a este respecto distintas formas de sección transversal. La superficie de la barra puede ser lisa o perfilada. La superficie puede estar conformada también mediante medidas adicionales, tales como enarenado o tratamiento químico.
- 50 El elemento de armadura se convierte con la conformación en una forma de barra. Después puede emplearse de manera universal, al igual que un elemento de armadura de acero, para la formación variable de las más diversas armaduras.
- 55 Ha resultado ser favorable cuando el haz de filamentos presenta esencialmente filamentos de carbono, filamentos de basalto y/o filamentos de vidrio. A este respecto, pueden aprovecharse las propiedades específicas de los distintos materiales de fibra. También es ventajosa una combinación de diferentes materiales de fibra que entonces lleva también a una combinación de las propiedades correspondientes. Otros materiales de los filamentos están, siempre que sean ventajosos, comprendidos, en este sentido a modo de ejemplo la enumeración previa. Siempre que sea técnicamente realizable, los filamentos también directamente después de su generación, se dotan del material de matriz. De este modo podría recubrirse por ejemplo una fibra de vidrio de inmediato después de su producción a
- 60
- 65

continuación de la tobera de hilar con un material de matriz, preferentemente en forma seca.

Ventajosamente, se favorece la penetración de la suspensión entre los filamentos mediante vibración de la suspensión, vibración de los filamentos o hilos, aplicación de un vacío y/o un tratamiento previo de los filamentos o hilos. Para la vibración de los filamentos se acciona de manera vibratoria preferentemente el equipo de expansión, a través del que pasan los hilos.

Medidas preferidas para el tratamiento previo de los filamentos o hilos, que pueden emplearse como alternativa o conjuntamente, comprenden en una forma de realización también una limpieza, a este respecto principalmente la retirada de encolados presentes, siempre que impidan la conexión entre filamento y material de matriz. Comprenden además una activación de superficie y la aplicación de encolados y recubrimientos adecuados. De manera especialmente preferente, la activación de superficie de los filamentos o hilos tiene lugar mediante un tratamiento con plasma. Estas medidas son adecuadas individualmente o en conjunto, para mejorar la adhesión de las suspensiones minerales a la superficie de los filamentos o hilos, de modo que se produce un recubrimiento lo más completo posible.

Al tratamiento previo previsto pertenece también que los hilos de múltiples filamentos usados se infiltran antes de reunirse para formar la forma de barra para la mejor unión del material de matriz a los filamentos de carbono opcionalmente con una suspensión de gérmenes de cristalización. Esto lleva asimismo a una interconexión mejorada de los filamentos entre sí y también.

Es favorable asimismo cuando la superficie perfilada del elemento de armadura se provoca por la forma del encofrado o por el proceso de pultrusión, por productos químicos aplicados al encofrado, mediante productos químicos aplicados después del desencofrado a la superficie del elemento de armadura y/o mediante mecanizado mecánico de la superficie del elemento de armadura. Todas estas medidas o medidas adicionales para el perfilado de la superficie del elemento de armadura pueden emplearse como alternativa o conjuntamente. El perfilado de la superficie proporciona una unión de transmisión óptima de fuerzas del elemento de armadura en el componente de hormigón posterior, cuando está rodeado por hormigón como el material de matriz de la parte de hormigón posterior.

La producción del elemento de armadura tiene lugar en una configuración preferida del procedimiento de acuerdo con la invención de la manera que se describe a continuación. Se emplean hilos muy finos con pocos filamentos, remitiéndose con respecto al número de filamentos a la descripción del procedimiento anterior. Para el mejor humedecimiento de los filamentos puede efectuarse adicionalmente una activación de superficie, por ejemplo mediante un tratamiento con plasma como procedimiento previo o solo o adicionalmente mediante la aplicación de encolados o recubrimientos adecuados. Dado el caso, tienen que retirarse encolados presentes previamente, siempre que favorezcan el recubrimiento. En las etapas individuales del proceso de producción, los hilos se mantienen a una distancia, por ejemplo mediante aberturas en una placa. Estos pueden guiarse a través de un primer baño, en el que las propiedades de los hilos se adaptan al proceso de impregnación siguiente con un material de matriz mineral.

A continuación, los hilos, tal como se describe anteriormente de manera fundamental, a una distancia suficiente, preferentemente provocada por el equipo de expansión, tal como un disco espaciador que presenta aberturas de guía de hilo, a través del que se guía una suspensión mineral. La penetración de la suspensión puede mejorarse mediante numerosas medidas adicionales tales como desviación de los hilos, vibración de la suspensión, vibración de los hilos y/o aplicación de vacío.

Configuraciones ventajosas prevén, distanciándose del principio mencionado anteriormente del uso de una suspensión mineral fabricada, colocar al menos una parte del material de matriz mineral por adelantado en seco entre los filamentos, por ejemplo mediante inyección, para agregar posteriormente el agua, o en orden inverso. En la etapa siguiente, se dotan los hilos recubiertos previamente y parcialmente recubiertos tal como se describe anteriormente con los componentes restantes, en el caso más sencillo, con agua. Dado que para ello no es necesaria ninguna cuba, baño o similar para humedecer los hilos, esta variante del procedimiento de acuerdo con la invención puede realizarse en un dispositivo simplificado o incluso sin un dispositivo. En el último caso, los hilos preparados antes del uso se humedecen simplemente para conformarse después para el fraguado.

A continuación del recubrimiento se reúnen los hilos recubiertos y en una pieza de boca se pasan a la forma de barra deseada, en el sentido de una pultrusión o al menos de etapas parciales de una pultrusión.

Como alternativa, la forma de barra también puede generarse a través de un encofrado, que también puede estar perfilado. El material del encofrado puede seleccionarse libremente en general. Están previstos encofrado fijos pero también encofrados flexibles en forma de mangueras de plástico. El encofrado también puede ser enrevesado, angulado o no lineal de alguna otra manera, de modo que se puedan producir elementos de armadura apropiados de esta manera.

El objetivo de la invención se consigue también mediante un dispositivo para la producción de una barra de armadura endurecida de acuerdo con la reivindicación 9. También pueden estar previstos además al menos un equipo de vibración y/o al menos un equipo de compactación para la pieza en bruto formada como resultado del recubrimiento de los filamentos con la matriz mineral. Se prefiere especialmente también un dispositivo, en el que además está

realizado el equipo de activación para la limpieza, mecanizado, humedecimiento e impregnación de los filamentos y está lleno de un agente de activación y de limpieza, y/o está realizado para el tratamiento con plasma de los filamentos.

5 Con la invención se crean armaduras inoxidable, por ejemplo de carbono y hormigón, que tienen una alta capacidad de carga y no obstante son ligeras. Puede prescindirse de recubrimientos de plástico. La armadura obtenida de acuerdo con la invención es insensible a la corrosión y claramente más resistente a la temperatura así como más duradera que la multitud de las barras disponibles hoy en día de plásticos reforzados con fibras.

10 El plástico que falta en la armadura de acuerdo con la invención tiene además una ventaja considerable en la evaluación de sostenibilidad y lleva a ahorros de coste claros, dado que también puede prescindirse de procesos de secado y endurecimiento que requieren mucha energía y tiempo. Otras ventajas esenciales son:

- ya no es necesario plástico entre hormigón y hilos/filamentos;
- no propenso a la corrosión;
- 15 • con la misma capacidad de carga, más ligera que una armadura de acero;
- más resistente a la temperatura que las soluciones hasta el momento;
- más duradera que las soluciones hasta el momento;
- puede producirse más fácilmente;
- no son necesarias máquinas de pultrusión costosas;
- 20 • no es necesaria pre-tensión de los hilos, pero, no obstante, es posible;
- es posible la combinación de filamentos de distintos materiales, tales como por ejemplo carbono, vidrio, aramida y/o basalto, y combinación de las propiedades;
- la forma de sección transversal puede adaptarse libremente, por ejemplo redonda, ovalada, rectangular, cuadrada, plana; en cada caso también hueca;
- 25 • la geometría puede darse también por un encofrado;
- superficie perfilable, asegura una interconexión mejor, en particular en el caso de secciones transversales más grandes;
- interconexión excelente con el hormigón que rodea posteriormente en el componente, dado que se trata de una interconexión entre hormigón y hormigón.

30 Con este procedimiento y sus variantes es posible producir perfiles de casi cualquier curvatura y por ejemplo también perfiles en forma de helicoidal.

35 Otros detalles, características y ventajas de la invención resultan de la siguiente descripción de ejemplos de realización con referencia a los dibujos correspondientes. Muestran:

- la figura 1: esquemáticamente una forma de realización de un dispositivo para la producción de una barra de armadura;
- la figura 2: esquemáticamente una forma de realización de un elemento de armadura;
- 40 la figura 3: esquemáticamente una forma de realización de una barra de armadura con estructura no lineal;
- la figura 4: esquemáticamente una forma de realización de una barra de armadura con filamentos de materiales diferentes;
- la figura 5: esquemáticamente una selección de formas de sección transversal de una barra de armadura; y
- la figura 6: esquemáticamente una selección de perfiles de superficie de una barra de armadura.

45 La figura 1 muestra un dispositivo para la producción de una barra de armadura, formada por filamentos 22, que están incrustados en una matriz de hormigón 21, estando comprendidos también otros materiales minerales. Antes de la aplicación de la matriz de hormigón 21 sobre los filamentos 22 se limpian preferentemente sus superficies y se activan para una mejor interconexión con una matriz de suspensión 10, el material de partida fluido para la matriz de hormigón 21. Con ello se envuelven los filamentos 22 muy lisos, difícilmente humedecibles, mejor por la matriz de suspensión 10.

50 El dispositivo de acuerdo con la invención 1 presenta un equipo de desviación 3, en el que entran en primer lugar los haces de filamentos 2 con los filamentos 22. Después los haces de filamentos 2 atraviesan un equipo de expansión 4. Allí se separan los haces de filamentos 2 entre sí hasta que un material de matriz líquido, tal como la matriz de suspensión 10, o previamente también otros líquidos necesarios para el tratamiento previo pueden humedecer por todas partes los filamentos 22. La representación del equipo de expansión 4 está muy simplificada por la visión general. Así, está previsto disponer agujeros para hacer pasar los filamentos 22 o haces de filamentos 2 distribuidos sobre toda la superficie y en un número claramente mayor, por ejemplo 100.

60 El equipo representado en este caso para el tratamiento previo de los filamentos 22 para el humedecimiento mejorado por la matriz de suspensión 10 está realizado como un equipo de activación 5, que está lleno de un agente de activación y de limpieza 6. La etapa del tratamiento previo comprende por ejemplo la limpieza, mecanizado, humedecimiento o impregnación de los filamentos 22. Mediante el agente de activación y de limpieza 6 se hacen pasar los haces de filamentos 2, se limpian adecuadamente las superficies de los filamentos 22, se humedecen y/o se activan y a continuación se compacta de nuevo en un equipo de reunión 7. Sin embargo, puede prescindirse también de la

compactación, esta se ofrece en cambio para simplificar el transporte hasta la formación real de la de la barra de armadura 20 y permite además una intercalación del haz de filamentos activado 8 en el caso de un proceso discontinuo que, en contraposición a la configuración preferida representada en este caso, está comprendido así mismo por la invención.

5 Con el equipo de activación 5 puede efectuarse también un tratamiento con plasma en hilo seco antes de la impregnación con una suspensión, en particular se afectan positivamente con ello las propiedades de superficie (humectabilidad) del encolado debido a la producción presente.

10 Al tratamiento previo le sigue la verdadera formación, obligatoria según la invención de la barra de armadura en el equipo de recubrimiento 9. A este respecto se conducen los filamentos 2 pretratados, como alternativa también no tratados, a su vez mediante un equipo de desviación 3, después hasta el equipo de expansión 4 y allí se separan de nuevo. La distancia provocada por medio del equipo de expansión 4 entre los haces de filamentos 2 o los filamentos individuales 22 se dimensiona en particular después, que presenta tamaños de grano la matriz de suspensión 10, para
15 que estos lleguen sin problemas entre los filamentos 22 y cada uno de los filamentos 22 se rodee por completo por la matriz de suspensión 10.

El equipo de activación 5 y el equipo de recubrimiento 9 pueden contener puntos de desviación, para mejorar mediante la desviación de hilo interna la introducción de los agentes de limpieza y de activación así como de la matriz de
20 suspensión.

En el equipo de expansión 4 puede verse un equipo de vibración 11, que sacude el equipo de expansión 4 y con ello el haz de filamentos 2 que lo atraviesa, igualmente como alternativa o adicionalmente en el equipo de recubrimiento 9. Con ello se mejora la conexión con la matriz de suspensión líquida 10, en este caso para la formación de una matriz
25 de hormigón 21. Como alternativa o adicionalmente es también posible sacudir la matriz de suspensión 10 en el equipo de recubrimiento 9 en sí o mejorar de otra manera el humedecimiento de la superficie de los filamentos 22, asimismo el equipo de activación 5, tal como se representa, o el equipo de expansión superior 4 con el objetivo de mejorar la limpieza y activación de los filamentos.

30 Además, mediante la desviación posterior, tal como se menciona anteriormente, laminación y acciones mecánicas similares sobre el haz de filamentos 2 pueden mejorar aún más la penetración de la matriz de suspensión 10 entre los filamentos 22. Después de la "impregnación", los hilos pueden depositarse en primer lugar o introducirse directamente - tal como se explica más adelante - en un encofrado erguido o recostado o también alimentarse a un proceso de
35 pultrusión.

Después de que los haces de filamentos 2 han pasado la matriz de suspensión 10, se compactan a su vez en una reunión 7. En la forma de realización especialmente preferida representada se aumenta la densidad de los filamentos 22 aún más por que está previsto un equipo de compactación adicional 12, por ejemplo realizado como rodillos de
40 presión dispuestos en el perímetro.

Después de la "impregnación", los hilos o haces de filamentos 2, que ahora se encuentran como pieza en bruto 13 aún conformable de una barra de armadura 20, pueden en primer lugar depositarse temporalmente. Según una forma de realización especialmente preferida está previsto sin embargo introducir la pieza en bruto 13 directamente en encofrado erguido o recostado 14 o alimentarla también a un proceso de pultrusión. A este respecto, la conformación
45 y el endurecimiento al menos parcial tienen lugar en el encofrado 14. Este puede ser un encofrado deslizante, un encofrado fijo, un encofrado de tubo flexible o un encofrado de otro tipo. De manera especialmente preferente, en el encofrado 14 se genera ya el perfil exterior de la barra de armadura 20, que provoca una conexión con arrastre de fuerza aún mejorada con el material de matriz de hormigón posterior en la parte de hormigón, donde la armadura se emplea.

50 La figura 2 muestra esquemáticamente una forma de realización de un elemento de armadura. La barra de armadura 20 está realizada en este caso como barra de múltiples filamentos con matriz de hormigón 21 con los hilos o filamentos interiores 22. De acuerdo con la presente invención, la barra de armadura 20 puede cargarse altamente, dado que todos los filamentos 22 participan en el soporte de carga. Están unidos de manera segura en la misma en concreto
55 por el humedecimiento por todas partes con la matriz de hormigón 21.

La figura 3 muestra a modo de ejemplo que una barra de armadura 20, puede producirse, entre otras, también en forma curvada como barra de armadura curvada 23. Esto es en particular importante en el caso de barras de armadura 20 prefabricadas a medida de longitud, cuyos extremos para el mejor anclaje en la parte de hormigón o para la
60 conexión con otros elementos de armadura están ya doblados. Además, están previstas distintas formas de la barra de armadura 20, que pueden servir por ejemplo para un anclaje mejor en el hormigón de la parte de hormigón posterior o para una mejor conexión con otros materiales de barra de armadura.

Para alcanzar una forma curvada está prevista también una pultrusión de radio. En contraposición al procedimiento convencional, en este procedimiento se desplaza la forma, cuya cavidad corresponde a la forma del perfil deseado, por pasos a lo largo del perfil generado. La pinza, que solo está presente en este procedimiento, mantiene el perfil en
65

su lugar durante el movimiento hacia adelante del molde y libera el perfil resultante cuando el molde se mueve hacia atrás.

5 En una configuración adicional del procedimiento de acuerdo con la invención está previsto un equipo de este tipo de la barra de armadura, que permite localmente una deformación, de manera similar a la que puede tener lugar en el caso del acero o también plástico reforzado con fibras tras calentamiento previo. La solución según la invención prevé para ello dos componentes, en concreto la matriz mineral, en particular hormigón fino, en la parte más grande de la longitud de la barra de armadura y en el sitio de flexión delimitado estrechamente, que de todos modos está previsto por regla general en la zona de extremo o en sus proximidades y no está expuesto a ninguna carga de tracción máxima, 10 una matriz de resina sintética. En la zona en la que está insertada la matriz de resina sintética, puede entonces curvarse.

15 La figura 4 muestra esquemáticamente en sección transversal una forma de realización de una barra de armadura 20 con filamentos 22 de materiales diferentes, realizada como barra de armadura de múltiples materiales 24. En el ejemplo representado, como material de los filamentos 22 se emplean carbono 22.1, basalto 22.2 y vidrio 22.3. Mediante el uso simultáneo de materiales diferentes en una barra de armadura de múltiples materiales 24 se hace posible combinar propiedades específicas de los distintos materiales de manera que se genere una barra de armadura de múltiples materiales 24 con posibilidades de uso más amplias, pero al menos se consigue una adaptación óptima al uso previsto. La barra de armadura de múltiples materiales 24 es una forma de realización de la invención, que se produce también sin referencia explícita según el procedimiento de acuerdo con la invención y se encuentra disponible también sin referencia explícita en las configuraciones mencionadas adicionales, tal como por ejemplo con las formas de sección transversal o perfilados descritos. En lugar de los filamentos 22 se emplean entonces también filamentos de carbono 22.1, filamentos de basalto 22.2 y/o filamentos de vidrio 22.3 en el procedimiento.

25 La figura 5 muestra a modo de ejemplo una pluralidad de posibles secciones transversales redonda 31, ovalada 32, triangular 33, cuadrada 34 y en forma de cojín 35. Además son concebibles numerosas variantes ventajosas adicionales de secciones transversales, en las que están realizadas configuraciones preferidas de una barra de armadura de acuerdo con la invención 20 o en al menos una parte de la longitud.

30 La figura 6 muestra esquemáticamente una selección de perfiles de superficie de una barra de armadura 20. Los perfilados de la superficie, tal como perfil anular 41, perfil de rosca elevado 42, perfil de rosca rebajado 43 y rugosidad 44 representan en el presente caso solo a modo de ejemplo algunas posibilidades. Los perfilados pueden tener lugar por ejemplo por la forma del encofrado, por el proceso de pultrusión, por productos químicos, tales como por ejemplo retardadores sobre el encofrado, acidificantes después del desencofrado o también mecanizado mecánico, por ejemplo mediante rectificación, fresado, chorros sólidos o enarenado. Otros procedimientos según el estado de la técnica están previstos asimismo en este sentido. 35

Lista de referencias

1	dispositivo para la producción de una barra de armadura
2	haz de filamentos
3	equipo de desviación
4	equipo de expansión
5	equipo de activación
6	agente de limpieza y de activación
7	equipo de reunión
8	haz de filamentos activado
9	equipo de recubrimiento
10	matriz de suspensión
11	equipo de vibración
12	equipo de compactación
13	pieza en bruto
14	encofrado
20	barra de armadura
21	material de matriz mineral, matriz de hormigón
22	filamento
22.1	filamento de carbono
22.2	filamento de basalto
22.3	filamento de vidrio
23	barra de armadura curvada
24	barra de armadura de múltiples materiales
31	sección transversal redonda
32	sección transversal ovalada
33	sección transversal triangular
34	sección transversal cuadrada
35	sección transversal en forma de cojín

- 41 perfil anular
- 42 perfil de rosca elevado
- 43 perfil de rosca rebajado
- 44 rugosidad

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la producción de una barra de armadura endurecida, que está prevista para la incorporación en un componente de hormigón, caracterizado por que un haz de filamentos (2), que presenta filamentos individuales (22), un haz de filamentos (2) dividido en hilos individuales o hilos individuales se extiende mediante al menos un equipo de expansión (4), se dota al menos de un material de matriz mineral fraguable (21) y se pasa a un estado fraguable, de modo que el material de matriz (21) envuelve los filamentos (22) esencialmente por completo, después los filamentos envueltos (22) se reúnen de nuevo para formar un haz de filamentos (2) y en una pieza de boca o en un encofrado (14) se somete a una conformación, después de lo cual tiene lugar el endurecimiento para formar el elemento de armadura.
- 10 2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el haz de filamentos (2) presenta esencialmente filamentos de carbono (22.1), filamentos de basalto (22.2) y/o filamentos de vidrio (22.3).
- 15 3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, en el que la penetración de la matriz de suspensión (10) entre los filamentos (22) se favorece mediante vibración de la matriz de suspensión (10), vibración de los filamentos (22) o hilos, aplicación de una sobrepresión de la matriz de suspensión o de un vacío y/o un tratamiento previo de los filamentos (22) o hilos.
- 20 4. Procedimiento según la reivindicación 3, en el que para el tratamiento previo de los filamentos (22) o hilos se retiran encolados presentes, se efectúa una activación de superficie y/o se aplican encolados y recubrimientos adecuados.
- 25 5. Procedimiento según la reivindicación 4, en el que la activación de superficie tiene lugar mediante tratamiento con plasma que precede a las medidas restantes para la activación de superficie.
- 30 6. Procedimiento según la reivindicación 4, en el que la activación de superficie tiene lugar mediante una suspensión de gérmenes de cristalización, con los que se infiltran los filamentos (22) para la mejor unión del material de matriz (21).
- 35 7. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que al menos una parte del material de matriz mineral (21) se coloca en estado seco entre los filamentos (22) y se agrega posteriormente el agua necesaria para el fraguado, o en orden inverso el material de matriz mineral (21) se coloca entre los filamentos humedecidos (22) y con ello se provoca el estado fraguable y la envoltura de los filamentos.
- 40 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que la superficie perfilada del elemento de armadura se provoca por la forma del encofrado (14), por un proceso de pultrusión, por productos químicos aplicados al encofrado (14), mediante productos químicos aplicados después del desencofrado a la superficie del elemento de armadura y/o mediante mecanizado mecánico de la superficie del elemento de armadura.
- 45 9. Dispositivo para la producción de una barra de armadura endurecida, que está prevista para la incorporación en un componente de hormigón, según un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que están previstos un equipo de expansión (4), en el que se separan los haces de filamentos (2), un equipo de activación (5), que sirve para un tratamiento previo de la superficie de los filamentos (22), un equipo de recubrimiento (9) que puede rellenarse con un material de matriz mineral (10, 21).
- 50 10. Dispositivo según la reivindicación 9, en el que además están previstos al menos un equipo de vibración (11) y/o al menos un equipo de compactación (12) y un encofrado (14).
11. Dispositivo según la reivindicación 9 o 10, en el que además el equipo de activación (5) está realizado para la limpieza, mecanizado, humedecimiento e impregnación de los filamentos (22) y está lleno de un agente de activación y de limpieza (6), y/o para el tratamiento con plasma de los filamentos (22).

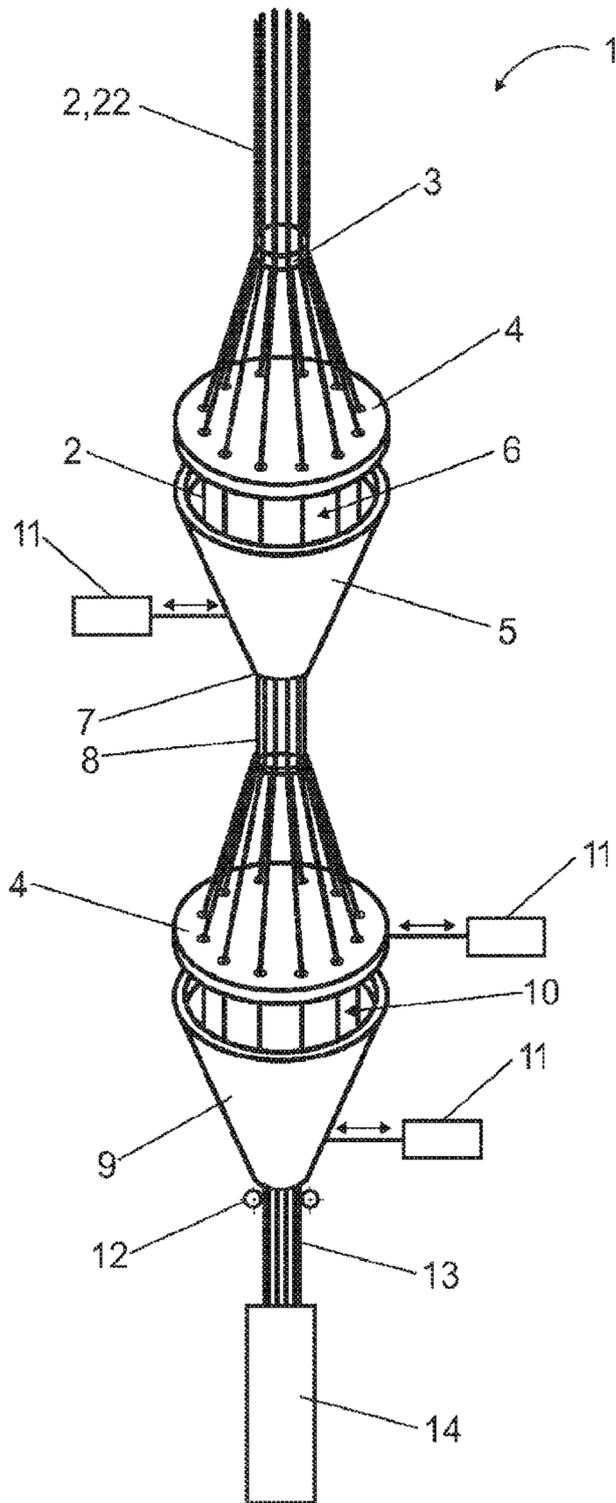


Fig. 1



Fig. 2

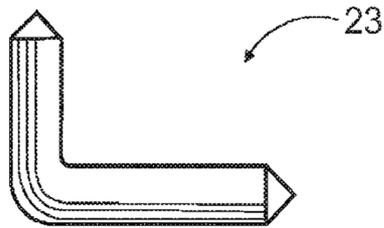


Fig. 3

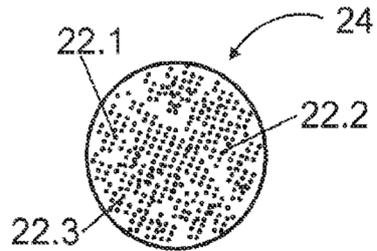


Fig. 4

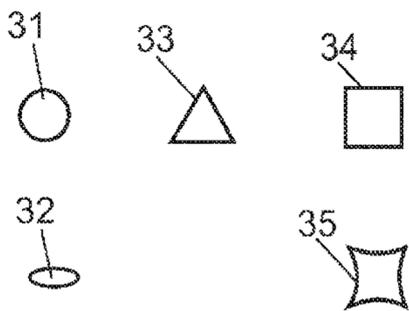


Fig. 5

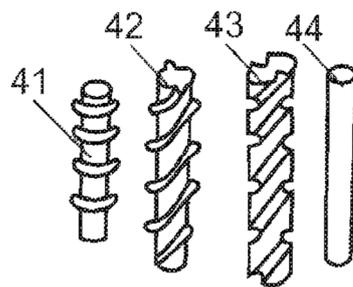


Fig. 6