

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 592 554**

21 Número de solicitud: 201631329

51 Int. Cl.:

E04G 23/02 (2006.01)

E04G 21/12 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

14.10.2016

43 Fecha de publicación de la solicitud:

30.11.2016

Fecha de concesión:

31.10.2017

45 Fecha de publicación de la concesión:

08.11.2017

73 Titular/es:

**UNIVERSITAT DE LES ILLES BALEARS (100.0%)
Cra. de Valldemossa, km 7.5.
07122 PALMA DE MALLORCA (Illes Balears) ES**

72 Inventor/es:

**CLADERA BOHIGAS, Antoni;
RIBAS GONZÁLEZ, Carlos Rodrigo ;
MAS GRACIA, Benito y
RIUS GIBERT, Juan Maria**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

54 Título: **MÉTODO DE REFUERZO ACTIVO FRENTE A ESFUERZO CORTANTE O PUNZONAMIENTO EN ELEMENTOS PORTANTES ESTRUCTURALES, Y SISTEMA DE REFUERZO ACTIVO**

57 Resumen:

Método de refuerzo activo frente a esfuerzo cortante o punzonamiento en elementos portantes estructurales, del tipo de vigas, pilares y losas, en el que se realiza una disposición de al menos una barra, alambre o elemento similar de refuerzo (3) de aleación con memoria de forma pre-estirada en fase martensítica alrededor del elemento portante estructural (1) a reforzar, transversalmente a una fisura (2) generada, o que se puede generar, por el esfuerzo cortante o punzonamiento. Posteriormente se realiza un anclaje de la barra, alambre o elemento similar de refuerzo (3) alrededor del elemento portante estructural (1), y una activación de esta barra, alambre o elemento similar de refuerzo (3) mediante calentamiento, originando su transformación de fase martensítica a fase austenítica. Adicionalmente la invención se refiere a un sistema de refuerzo activo con al menos una barra, alambre o elemento similar de refuerzo (3) de aleación con memoria de forma.

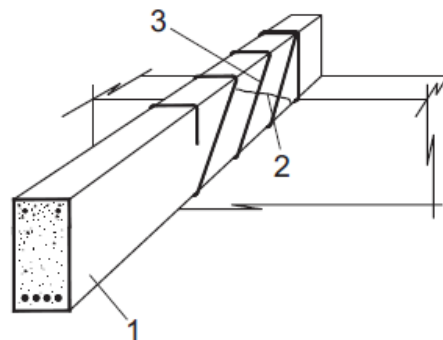


Fig. 2

ES 2 592 554 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP 11/1986.

**MÉTODO DE REFUERZO ACTIVO FRENTE A ESFUERZO CORTANTE O
PUNZONAMIENTO EN ELEMENTOS PORTANTES ESTRUCTURALES, Y SISTEMA
DE REFUERZO ACTIVO**

5

DESCRIPCIÓN

Campo de la invención

La presente invención pertenece al campo técnico de la construcción, concretamente a los elementos estructurales y su refuerzo frente a los esfuerzos soportados para reparar y controlar fisuras, y más concretamente a los refuerzos frente a esfuerzo cortante para elementos portantes estructurales tales como vigas y pilares, y frente a esfuerzo de punzonamiento en elementos tipo losa.

La invención se refiere en particular a un método de refuerzo activo a esfuerzo cortante o punzonamiento capaces de generar fisuras en elementos portantes estructurales, tales como vigas, pilares y losas, en el que se ancla al menos un elemento de refuerzo lineal, tal como una barra, alambre o elemento similar, de aleación con memoria de forma pre-estirada en fase martensítica, parcial o total, alrededor del elemento portante estructural a reforzar, y posteriormente se activa mediante calentamiento originando la transformación de la barra, alambre o elemento similar de refuerzo de fase martensítica parcial o total, a fase austenítica, y las tensiones provocadas cierran la fisura y aumentan la resistencia a esfuerzo cortante en el elemento portante de estructuras.

La invención se refiere adicionalmente a un sistema de refuerzo activo con al menos un elemento de refuerzo lineal tal como una barra, alambre o elemento similar, de aleación con memoria de forma.

Antecedentes de la invención

Los elementos portantes de las estructuras se encuentran solicitados frente a distintos tipos de esfuerzos, tales como momento flector, axial y cortante. Dichos esfuerzos producen tensiones en el interior del elemento estructural, las cuales, una vez igualada la resistencia a tracción del material, producen fisuras.

Las fisuras cercanas al apoyo y que se encuentran inclinadas, en el caso de estructuras de hormigón, son debidas principalmente al esfuerzo cortante o punzonamiento. En el caso de estructuras de madera, las fisuras a cortante se propagan en general paralelamente a la directriz de la pieza debido al carácter

ortótropo de la madera. Estas fisuras pueden aparecer por un mal dimensionado del elemento, por un aumento de cargas en la estructura o por la pérdida de la capacidad resistente de la misma por la degradación, y dada la fragilidad de la rotura a cortante en este tipo de elementos y el tipo de peligro que conlleva, es frecuentemente necesario el refuerzo del elemento estructural una vez ha aparecido una fisura debida a esfuerzo cortante, o con antelación a su aparición si se prevé dicha posibilidad. También es deseable el refuerzo a cortante de un elemento estructural en el caso de que la estructura pueda estar sometida a acciones accidentales, como por ejemplo sismo o explosiones, no previstas o subestimadas en el proyecto y construcción original de la estructura.

Actualmente los refuerzos a cortante se pueden clasificar en dos tipos: refuerzos pasivos y refuerzos activos.

Los refuerzos pasivos consisten en la disposición de placas, barras o láminas de diferentes tipos de materiales, tales como acero o laminados de fibras de carbono, entre otros, por adherencia o mediante anclajes mecánicos que “cosen” las fisuras, existentes o previsibles, de forma que al aumentar las sollicitaciones externas el refuerzo pasivo dispuesto resista total o parcialmente el incremento de esfuerzo cortante. Este tipo de refuerzos sólo entra en acción para incrementos de esfuerzos a partir de su disposición, y para su correcto funcionamiento es necesario, en general, que la estructura reforzada aumente su deformación y su nivel de daño (refuerzo activado por la dilatación del material original de la estructura a reforzar). Por ello, para evitar deformaciones excesivas después del refuerzo, se limitan al máximo las deformaciones iniciales a la hora de disponer el refuerzo. Con este fin, este tipo de refuerzos suelen requerir de un apeo o descargue previo de la estructura original.

Los refuerzos activos consisten en cambio en la disposición de placas, barras o láminas que “cosen” las fisuras, como en el caso anterior, pero a las que se aplica una tensión de tracción (tesado) antes de su anclaje, generalmente de tipo mecánico pero que podría ser por adherencia. Por lo general este tipo de refuerzos consta de dos partes: elementos pretensados y elementos de anclaje, en donde el proceso de tesado es siempre mecánico. En este tipo de refuerzos el proceso de tesado requiere de gatos hidráulicos y cuñas, o de refuerzos atornillados con llaves que controlen el par de apriete. Para poder llevar a cabo el tesado, es necesario por tanto espacio de trabajo alrededor de todo el elemento estructural, para dar cabida a los elementos auxiliares. Este último requerimiento no es siempre posible o deseable a la hora de reforzar un elemento estructural de estas características.

Era por tanto deseable un método y un sistema de refuerzo activo frente a esfuerzo cortante o punzonamiento en elementos portantes estructurales, evitando los inconvenientes existentes en los anteriores métodos de refuerzo frente a esfuerzos cortantes del estado de la técnica.

5

Descripción de la invención

La presente invención resuelve los problemas existentes en el estado de la técnica mediante un método de refuerzo activo frente a esfuerzo cortante o punzonamiento en elementos portantes estructurales. Estos elementos portantes
10 estructurales son principalmente del tipo de vigas, pilares y losas.

El método tiene una etapa de disposición de al menos un elemento de refuerzo lineal realizada en una aleación con memoria de forma (SMA por sus siglas en inglés, "*Shape memory alloy*") pre-estirada en fase martensítica, parcial o total, alrededor del elemento portante de estructuras a reforzar. Particularmente este elemento de
15 refuerzo lineal puede consistir en una barra, alambre, o elemento similar, pero la característica principal es que sea lineal, es decir, con una de sus dimensiones claramente predominante sobre las otras. Esta disposición se realiza de forma tal que la barra o alambre de refuerzo queda dispuesta transversalmente a la fisura generada, o con posibilidad de ser generada por el esfuerzo cortante o punzonamiento.

20 A continuación, se realiza un anclaje de la barra, alambre o elemento similar de refuerzo alrededor del elemento portante estructural.

Posteriormente se lleva a cabo la activación de la barra, alambre o elemento similar de refuerzo mediante calentamiento de ésta, originando la transformación de dicha barra de refuerzo de fase martensítica a fase austenítica, es decir la
25 transformación martensítica inversa. Mediante el calentamiento de la barra, alambre o elemento similar de refuerzo, ésta se intenta acortar, y el acortamiento está impedido por el elemento portante estructural al que envuelve, transmitiendo así tensiones que comprimen todo el elemento portante estructural, y en particular a la fisura generada por el esfuerzo cortante. De este modo se cierra la fisura previa y se aumenta la
30 resistencia a esfuerzo cortante, aumentando significativamente la ductilidad de la estructura ante la rotura por cortante.

La presente invención presenta las ventajas de que no necesita un proceso de tesado mecánico (al contrario que los refuerzos activos del estado de la técnica), ya que utiliza el efecto de memoria de forma de las aleaciones SMA, y además no precisa
35 de la acumulación de daño de la estructura a reforzar para iniciar su trabajo (al

contrario que los refuerzos pasivos del estado de la técnica), ya que el refuerzo no está basado en la dilatación del material a reforzar.

El método objeto de la presente invención se puede aplicar también a forjados, jácenas y diferentes soportes.

5 Según una realización particular de la invención, la disposición de la barra, alambre o elemento similar de refuerzo se realiza de forma sustancialmente helicoidal continua alrededor del elemento portante estructural. De acuerdo con esta disposición, de forma preferente unos tramos de la barra, alambre o elemento similar de refuerzo quedan dispuestos en disposición perpendicular a la directriz del elemento portante de
10 estructuras, y otros tramos quedan dispuestos inclinados con respecto a la directriz del elemento portante estructural.

De acuerdo con esta realización particular, el anclaje de la barra, alambre o elemento similar de refuerzo alrededor del elemento portante estructural se puede llevar a cabo mediante solape conectado de al menos dos tramos de la propia barra, alambre o elemento similar de refuerzo. Alternativamente, el anclaje de la barra, alambre o elemento similar de refuerzo alrededor del elemento portante estructural se
15 puede realizar fijando dicha barra de refuerzo al propio elemento portante estructural.

Según una realización particular alternativa de la invención, la disposición de la barra, alambre o elemento similar de refuerzo se realiza de forma discreta mediante al menos una barra, alambre o elemento similar de refuerzo en "U" alrededor del elemento portante estructural. De acuerdo con esta disposición, de forma particular el anclaje de la barra de refuerzo alrededor del elemento portante estructural se realiza fijando la barra, alambre o elemento similar de refuerzo al elemento portante estructural. Preferentemente, el anclaje se realiza mediante al menos una placa
20 auxiliar y correspondientes pernos o tuercas para realizar la fijación, aunque se puede realizar mediante medios alternativos.

De forma particular, el calentamiento de la barra, alambre o elemento similar de refuerzo para obtener la activación de ésta se puede realizar mediante diferentes medios tales como pistola de aire caliente, soplete, mantas térmicas o paso de
30 electricidad a lo largo de la barra, alambre o elemento similar de refuerzo.

Preferentemente, en el método objeto de la presente invención se puede realizar un paso previo a la disposición de la barra, alambre o elemento similar de refuerzo alrededor del elemento portante de estructuras, consistente en un redondeo de los cantos de dicho elemento portante estructural.

Y también de forma preferente, el método presenta una etapa adicional de recubrimiento de la barra, alambre o elemento similar de refuerzo tras su activación, por medio de material proyectado, mortero, placas de yeso, o combinación de todos ellos, para su protección.

5 Otro objeto de la presente invención es un sistema de refuerzo activo frente a esfuerzo cortante o punzonamiento en elementos portantes estructurales. Este sistema tiene al menos un elemento de refuerzo lineal realizado en aleación con memoria de forma en fase martensítica, parcial o total, el cual es anclado alrededor del elemento portante estructural, para su fijación a éste. Particularmente este elemento
10 de refuerzo lineal puede consistir en una barra, alambre o elemento similar, pero la característica esencial es que es un elemento de refuerzo lineal, es decir, con una de sus dimensiones claramente predominante sobre el resto.

De forma preferente, la aleación con memoria de forma del sistema objeto de la presente invención tiene estructura cristalina en fase martensítica, parcial o total, a
15 temperatura ambiente, y debe presentar una temperatura final de transformación de fase martensítica a austenítica situada entre 100°C y 250°C, pudiendo variar esta temperatura en función de la aleación utilizada. Además, su temperatura inicial de transformación directa de fase austenítica a fase martensítica deberá estar por debajo de la temperatura ambiente de trabajo del elemento estructural. Preferentemente la
20 aleación con memoria de forma consistirá en Ni-Ti-Nb o Fe-Mn-Si, con la posibilidad de contar con otros componentes en menor proporción, aunque puede estar realizada en otros materiales que cumplan los requisitos anteriormente indicados.

Breve descripción de los dibujos

25 A continuación, para facilitar la comprensión de la invención, a modo ilustrativo pero no limitativo se describirá una realización de la invención que hace referencia a una serie de figuras.

La figura 1 muestra de forma esquemática un elemento portante estructural, concretamente una viga, que presenta una fisura generada por esfuerzo cortante.

30 La figura 2 es una vista esquemática de la viga de la figura 1 con un sistema de refuerzo activo objeto de la presente invención en el que el elemento de refuerzo lineal se dispone alrededor de dicha viga de forma helicoidal continua.

La figura 3 es una vista esquemática de una realización particular del anclaje del refuerzo mostrado en la figura 2 a la viga.

35 La figura 4 es una vista esquemática de un sistema de refuerzo con disposición

de barra, alambre o elemento similar de refuerzo de forma helicoidal continua en un elemento portante estructural alternativo.

La figura 5 muestra el elemento portante estructural de la figura 4 con un sistema de refuerzo con disposición alternativa de varias barras de refuerzo en "U" de forma discreta.

Las figuras 6 y 7 muestran métodos alternativos de disposición del sistema de refuerzo alrededor de otro elemento portante estructural, , en este caso una columna vertical.

Las figuras 8 y 9 muestran diferentes anclajes de la barra de refuerzo alrededor del elemento portante.

En estas figuras se hace referencia a un conjunto de elementos que son:

1. elementos portantes estructurales
2. fisura
3. elemento de refuerzo lineal tal como barra, alambre o elemento similar, de aleación con memoria de forma
4. placa auxiliar
5. tuercas, pernos

Descripción detallada de la invención

El objeto de la presente invención es un método de refuerzo activo frente a esfuerzo cortante o punzonamiento en elementos portantes estructurales.

Tal y como se puede apreciar en las figuras, los elementos portantes estructurales 1 a reforzar pueden ser del tipo de vigas, pilares y losas.

La figura 1 muestra de forma esquemática un elemento portante estructural 1, concretamente una viga, que presenta una fisura 2 generada por el esfuerzo cortante. Dicho elemento portante estructural 1, con la fisura 2 o sin ella, es el que se reforzará con el método objeto de la presente invención.

El método objeto de la presente invención tiene una etapa de disposición de al menos un elemento de refuerzo lineal 3 de aleación con memoria de forma pre-estirada en fase martensítica, parcial o total, alrededor del elemento portante estructural 1 a reforzar, en la que dicha barra, alambre o elemento similar de refuerzo 3 queda dispuesta transversalmente a la fisura 2 que se genera o se puede generar debido al esfuerzo cortante o punzonamiento. Particularmente este elemento de refuerzo lineal 3 puede consistir en una barra, alambre o elemento similar, pero la característica esencial es que es un elemento de refuerzo lineal, es decir, con una

dimensión claramente predominante sobre el resto.

Posteriormente se realiza un anclaje de la barra, alambre o elemento similar de refuerzo 3 alrededor del elemento portante estructural 1, y finalmente se realiza una activación de la barra, alambre o elemento similar de refuerzo 3 mediante calentamiento de ésta, originando la transformación de la barra, alambre o elemento similar de refuerzo 3 de fase martensítica a fase austenítica.

De acuerdo con diferentes realizaciones particulares de la invención, la disposición de la barra, alambre o elemento similar de refuerzo 3 se realiza de forma sustancialmente helicoidal continua alrededor del elemento portante estructural 1, tal y como se observa en las figuras 2, 3, 4 y 6.

Según la realización particular anterior, de forma preferente unos tramos de la barra, alambre o elemento similar de refuerzo 3 quedan dispuestos en disposición perpendicular a la directriz del elemento portante estructural 1 y otros tramos de la barra, alambre o elemento similar de refuerzo 3 quedan dispuestos inclinados con respecto a la directriz del elemento portante estructural 1, quedando transversales a la fisura 2 y “cosiendo” ésta. En las figuras 2-3 se observan los tramos inclinados con respecto a la directriz del elemento portante estructural 1, mientras que los tramos perpendiculares a éste quedan ocultos en dichas figuras.

De acuerdo con esta realización según la disposición helicoidal continua alrededor del elemento portante estructural 1, el anclaje de la barra, alambre o elemento similar de refuerzo 3 se dispone al principio y al final de la misma, y se puede realizar mediante solape de al menos dos tramos de la propia barra, alambre o elemento similar de refuerzo 3, o por el contrario mediante la fijación de la barra, alambre o elemento similar de refuerzo 3 al elemento portante estructural 1, tal y como se puede observar en la figura 3. En el caso de realizar el anclaje mediante solape de tramos de la barra, alambre o elemento similar de refuerzo 3, éste se realizará por medio de dispositivos auxiliares habituales como manguitos, tuercas, pernos en U o abrazaderas.

Como alternativa a la disposición helicoidal continua de la barra, alambre o elemento similar de refuerzo 3 alrededor del elemento portante estructural 1, según otra realización particular existe una disposición discreta de una o varias barras, alambres o elemento similar de refuerzo en “U” alrededor del elemento portante estructural 1, tal y como se puede apreciar en las figuras 5 y 7.

De acuerdo con esta realización según la disposición discreta de una o varias barras, alambres o elementos similares de refuerzo 3 en “U”, el anclaje de las barras

de refuerzo 3 se realiza mediante la fijación de ésta al elemento portante estructural 1. Esta fijación se realiza mediante al menos una placa auxiliar 4 y las correspondientes tuercas o pernos 5 para el anclaje.

En general, los anclajes podrán ser de tipo atornillado y deberán diseñarse para soportar siempre la máxima fuerza posible en la barra, alambre o elemento similar de refuerzo 3

Según diferentes realizaciones particulares de la invención, la activación de la barra, alambre o elemento similar de refuerzo 3 mediante calentamiento de ésta se puede conseguir mediante diferentes medios tales como pistola de aire caliente, soplete, mantas térmicas, o el paso de electricidad a lo largo de dicha barra, alambre o elemento similar de refuerzo 3, gracias a la ley de Joule.

De forma particular, y sobre todo si las barras, alambres o elementos similares de refuerzo 3 de aleación de forma (SMAs) no tienen una elevada ductilidad, se puede realizar una etapa previa a la disposición de la barra, alambre o elemento auxiliar de refuerzo 3 alrededor del elemento portante estructural 1, consistente en un redondeo previo de los cantos de dicho elemento portante estructural. De esta forma se evitará la existencia de vértices a 90° que podrían dañar la barra, alambre o elemento similar de refuerzo 3.

Una realización particular de la invención incorpora una etapa adicional de recubrimiento de las barras, alambres o elementos similares de refuerzo 3 tras su activación, mediante diferentes medios tales como material proyectado, mortero, placas de yeso y combinaciones de éstos. Este recubrimiento se puede realizar para proteger al sistema de refuerzo frente a fuego o diferentes condiciones ambientales. En este caso se deberá inicialmente tratar la superficie del elemento portante estructural 1 a reforzar para incrementar su rugosidad. Ello será posible mediante el uso de hidrojet, chorro de arena, o repicado por métodos manuales o mecánicos, antes de realizar la disposición de la barra, alambre o elemento similar de refuerzo 3.

Según esta realización particular, el método puede incluir una etapa previa de realización de ranuras o rozas en el elemento portante estructural 1 para la disposición de las barras, alambres o elementos similares de refuerzo 3 en dichas ranuras, y el recubrimiento posterior de éstas mediante los medios indicados anteriormente. Las ranuras se realizarán mediante rozadora o medios similares.

El método objeto de la presente invención se puede aplicar igualmente para refuerzos a punzonamiento en losas o ábacos de forjados reticulares, de forma similar al aplicado para vigas, teniendo en cuenta que en el caso de punzonamiento en losas

o ábacos de forjados reticulares los refuerzos se dispondrán en dos direcciones del espacio a partir del pilar. Dichos refuerzos requerirán de varias perforaciones previas en la losa para poder disponer la barra, alambre o elemento similar de refuerzo 3 que envuelva el elemento portante estructural. Nótese que en las zonas a reforzar situadas
5 alrededor de un pilar interior estos refuerzos se disponen como mínimo cuatro veces (dos sentidos a partir del pilar en dos direcciones). El proceso de disposición de la barra, alambre o elemento similar de refuerzo 3 es el mismo que el indicado anteriormente, añadiendo el paso previo de perforación de la losa para la disposición posterior del refuerzo. También es posible el uso de la barra, alambre o elemento
10 similar de refuerzo 3 en “U” en este caso. El método es válido igualmente para vigas, viguetas o nervios de forjados con sección transversal en “T”.

Otro objeto de la presente invención es un sistema de refuerzo activo frente a esfuerzo cortante o punzonamiento en elementos portantes estructurales.

Tal y como se puede observar en las figuras, el sistema presenta al menos un
15 elemento de refuerzo lineal 3 de aleación con memoria de forma en fase martensítica parcial o total, anclable alrededor del elemento portante estructural 1. Particularmente este elemento de refuerzo lineal 3 puede consistir en una barra, alambre o elemento similar, pero la característica esencial es que es un elemento de refuerzo lineal, es decir, con una dimensión claramente predominante sobre el resto.

De forma particular, esta aleación con memoria de forma tiene unas
20 características necesarias para llevar a cabo el refuerzo de forma óptima, como son que presenta estructura cristalina en fase martensítica parcial o total a temperatura ambiente, que tiene una temperatura final de transformación de fase martensítica a austenítica situada entre 100°C y 250°C, pudiendo variar esta temperatura en función de la aleación utilizada, y que tiene una temperatura inicial de transformación directa de fase austenítica a fase martensítica por debajo de la temperatura ambiente de trabajo del elemento portante estructural 1, preferiblemente a temperaturas por debajo de -50°C, para no realizar dicha transformación directa en condiciones de trabajo. Preferentemente, la aleación con memoria de forma es tal que genera una tensión de
25 recuperación bajo deformación impedida en la transformación de fase martensítica a austenítica de al menos 200 MPa.

Particularmente, la aleación con memoria de forma puede ser Ni-Ti-Nb, o bien Fe-Mn-Si, con la posible incorporación de otros componentes en menor proporción, aunque podría ser cualquier aleación con memoria de forma que cumpla con los
35 requisitos indicados anteriormente.

Una vez descrita de forma clara la invención, se hace constar que las realizaciones particulares anteriormente descritas son susceptibles de modificaciones de detalle siempre que no alteren el principio fundamental y la esencia de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Método de refuerzo activo frente a esfuerzo cortante o punzonamiento en elementos portantes estructurales, siendo dichos elementos portantes estructurales (1)
5 del tipo de vigas, pilares y losas, caracterizado por que comprende las etapas de
 - disposición de al menos un elemento de refuerzo lineal (3) de aleación con memoria de forma pre-estirada en fase martensítica alrededor del elemento portante de estructuras (1) a reforzar, de forma tal que dicha barra de refuerzo (3) queda dispuesta transversalmente a una fisura (2) generada, por el esfuerzo cortante o
10 punzonamiento,
 - anclaje del elemento de refuerzo lineal (3) alrededor del elemento portante estructural (1),
 - activación del elemento de refuerzo lineal (3) mediante calentamiento de ésta, originando la transformación del elemento de refuerzo lineal (3) de fase martensítica a
15 fase austenítica.
2. Método según la reivindicación 1 caracterizado por que la disposición del elemento de refuerzo lineal (3) se realiza de forma sustancialmente helicoidal continua alrededor del elemento portante estructural (1).
20
3. Método según la reivindicación 2 caracterizado por que la disposición de forma sustancialmente helicoidal del elemento de refuerzo lineal (3) se realiza de forma tal que
 - unos tramos del elemento de refuerzo lineal (3) quedan dispuestos en
25 disposición perpendicular a la directriz del elemento portante estructural (1) y
 - unos tramos de dicho elemento de refuerzo lineal (3) quedan dispuestos inclinados con respecto a la directriz del elemento portante estructural (1).
4. Método según cualquiera de las reivindicaciones 2-3 caracterizado por que el
30 anclaje del elemento de refuerzo lineal (3) alrededor del elemento portante estructural (1) se realiza mediante solape de al menos dos tramos del propio elemento de refuerzo lineal (3).
5. Método según cualquiera de las reivindicaciones 2-3 caracterizado por que el
35 anclaje del elemento de refuerzo lineal (2) alrededor del elemento portante estructural

(1) se realiza fijando dicho elemento de refuerzo lineal (3) al elemento portante estructural (1).

5 6. Método según la reivindicación 1 caracterizado por que la disposición del elemento de refuerzo lineal, (3) se realiza de forma discreta mediante al menos un elemento de refuerzo lineal en "U" alrededor del elemento portante estructural (1).

10 7. Método según la reivindicación 6 caracterizado por que el anclaje del elemento de refuerzo lineal (3) alrededor del elemento portante estructural (1) se realiza fijando dicho elemento de refuerzo (3) al elemento portante estructural (1).

15 8. Método según cualquiera de las reivindicaciones 6-7 caracterizado por que el anclaje del elemento de refuerzo lineal (3) alrededor del elemento portante estructural (1) se realiza mediante al menos una placa auxiliar (4) y tuercas o pernos (5).

20 9. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que la activación del elemento de refuerzo lineal (3) mediante calentamiento de éste se realiza mediante medios seleccionados entre pistola de aire caliente, soplete, mantas térmicas o paso de electricidad a lo largo de dicha barra de refuerzo (3).

25 10. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que previamente a la disposición del elemento de refuerzo lineal (3) alrededor del elemento portante estructural (1) se realiza un redondeo de los cantos de dicho elemento portante estructural (1).

30 11. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que comprende una etapa adicional de recubrimiento del o elemento de refuerzo lineal (3) tras su activación mediante medios seleccionados entre material proyectado, mortero, placas de yeso y combinación de ellos.

35 12. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que comprende una etapa previa de realización de ranuras en el elemento portante estructural (1) para la disposición de al menos un elemento de refuerzo lineal (3) en dichas ranuras.

13. Sistema de refuerzo activo frente a esfuerzo cortante o punzonamiento en elementos portantes estructurales, caracterizado por que comprende al menos un elemento de refuerzo lineal (3) de aleación con memoria de forma en fase martensítica anclable alrededor del elemento portante estructural (1).

5

14. Sistema de refuerzo activo según la reivindicación 13, caracterizado por que la aleación con memoria de forma

- presenta estructura cristalina en fase martensítica, a temperatura ambiente,
- tiene una temperatura final de transformación de fase martensítica a austenítica situada entre 100°C y 250°C,

10

- tiene una temperatura inicial de transformación directa de fase austenítica a fase martensítica por debajo de la temperatura ambiente de trabajo del elemento portante de estructuras (1),

- y genera una tensión de recuperación bajo deformación impedida en la transformación de fase martensítica a austenítica de al menos 200 MPa.

15

15. Sistema de refuerzo activo según la reivindicación 14, caracterizado por que la aleación con memoria de forma está seleccionada entre las familias de aleaciones Ni-Ti-Nb y Fe-Mn-Si.

20

16. Sistema de refuerzo activo según cualquiera de las reivindicaciones 13-15, caracterizado por que el elemento de refuerzo lineal (3) está seleccionado entre una barra y un alambre.

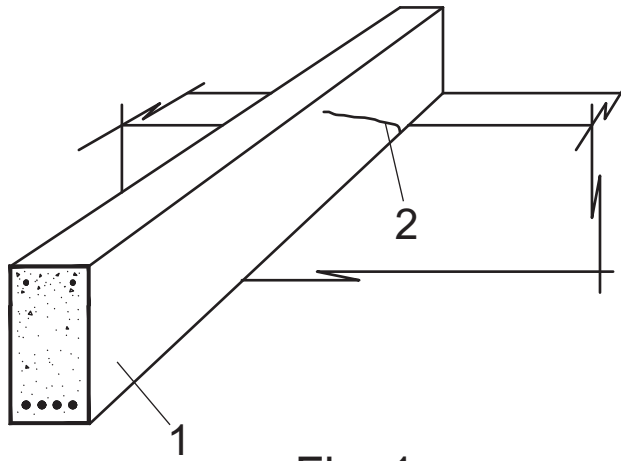


Fig. 1

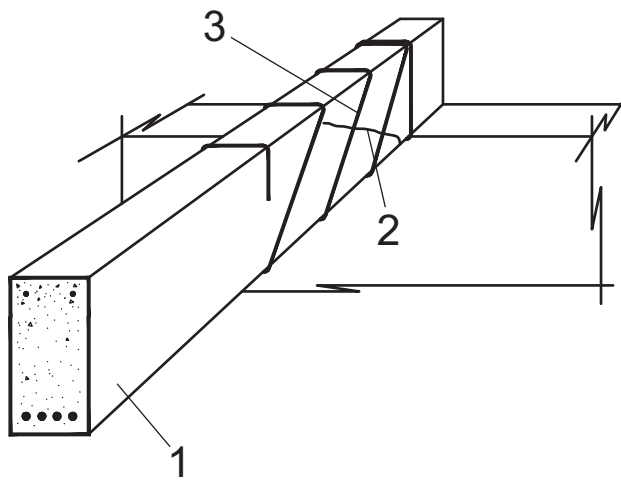


Fig. 2

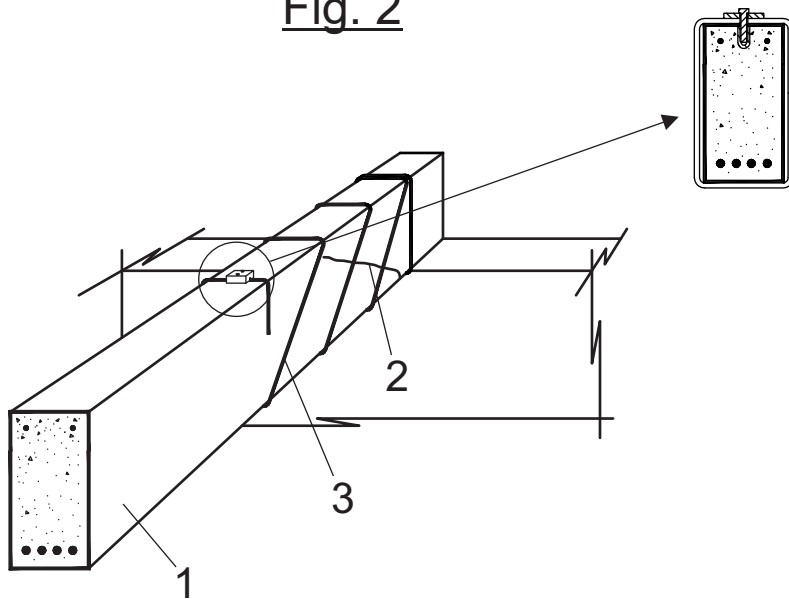


Fig. 3

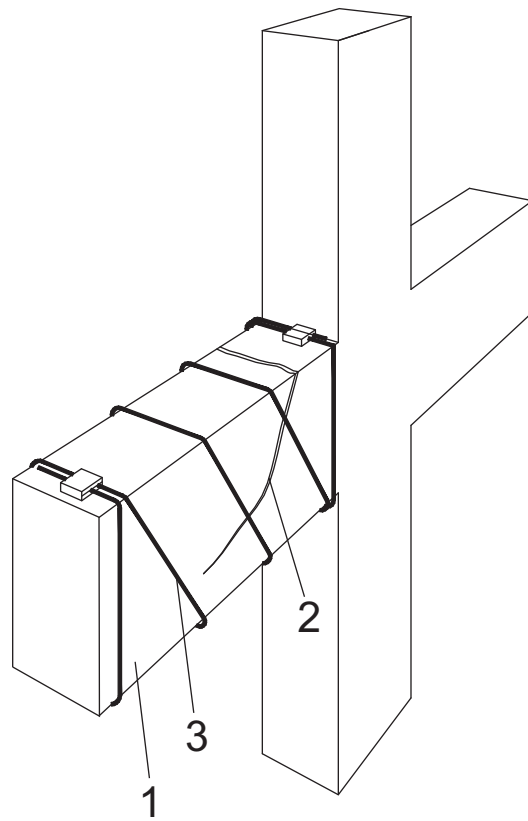


Fig. 4

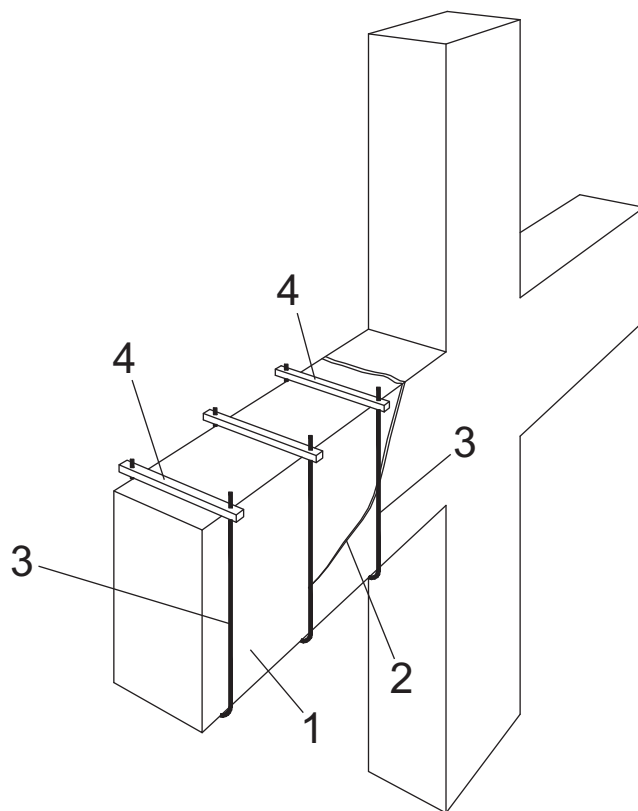


Fig. 5

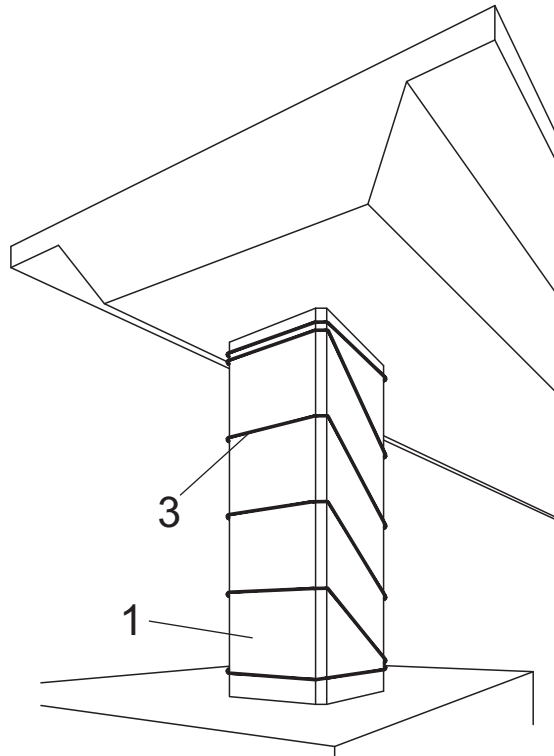


Fig. 6

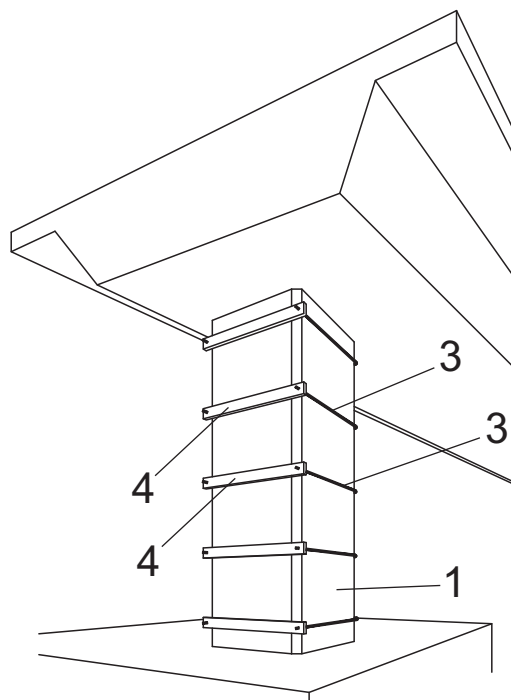


Fig. 7

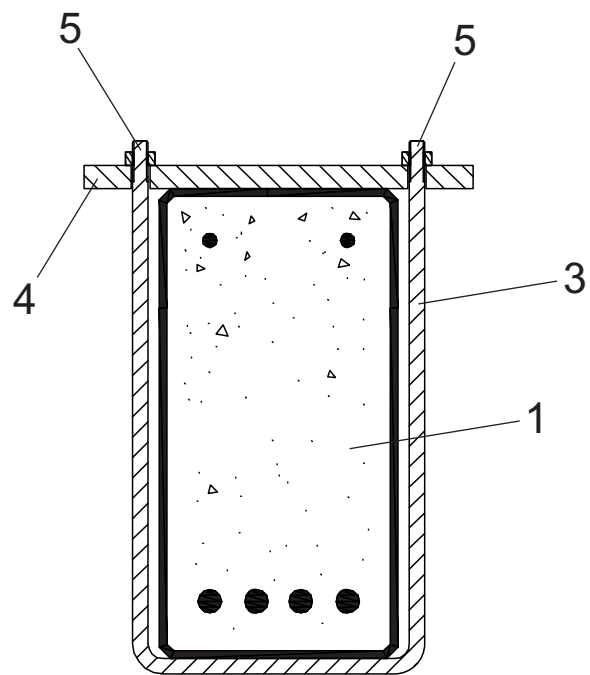


Fig. 8

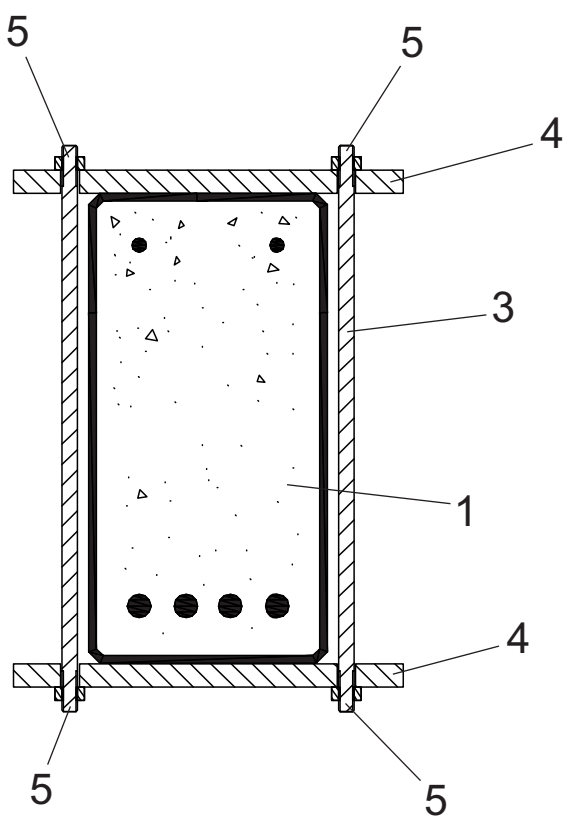


Fig. 9



- ②① N.º solicitud: 201631329
②② Fecha de presentación de la solicitud: 14.10.2016
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **E04G23/02** (2006.01)
E04G21/12 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y	US 4786341 A (KOBATAKE KATSURO et al.) 22/11/1988, columna 2, líneas 3 - 10; columna 3, Línea 15 - columna 4, línea 3; figuras.	1-5,9-16
Y	US 2016053492 A1 (LEINENBACH CHRISTIAN et al.) 25/02/2016, Párrafo [0004]; párrafos [0021 - 0032].	1-5,9-16
Y	US 5617685 A (MEIER URS et al.) 08/04/1997, Columna 6, línea 56 - columna 745 figuras 1 - 3.	1,6-8,13
Y	WO 2016096737 A1 (RE FER AG et al.) 23/06/2016, Resumen; figuras.	1,6-8,13
A	WO 9612588 A1 (DPD INC) 02/05/1996, Resumen; figuras.	1,13
A	US 2601910 A (NICHOLS THOMAS F) 01/07/1952, Columna 16, línea 45 - columna 21, línea 10; figuras 6 - 14.	1,6-8
A	CN 104358422 A (SONG SHUANGYANG) 18/02/2015, (resumen) Resumen de la base de datos EPODOC. Recuperado de EPOQUE; figuras.	1

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
21.11.2016

Examinador
R. M. Peñaranda Sanzo

Página
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

E04G

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 21.11.2016

Declaración**Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)**

Reivindicaciones 1-16
Reivindicaciones

SI
NO

Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)

Reivindicaciones
Reivindicaciones 1-16

SI
NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 4786341 A (KOBATAKE KATSURO et al.)	22.11.1988
D02	US 2016053492 A1 (LEINENBACH CHRISTIAN et al.)	25.02.2016
D03	US 5617685 A (MEIER URS et al.)	08.04.1997
D04	WO 2016096737 A1 (RE FER AG et al.)	23.06.2016

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

La invención se refiere a un método de refuerzo activo frente a esfuerzo cortante o punzonamiento en elementos portantes estructurales y al sistema de refuerzo activo correspondiente.

La reivindicación 1 se refiere a dicho método y el documento más cercano del estado de la técnica se considera que es **D01**, en él encontramos las siguientes características de dicha reivindicación definida por etapas:

- disposición de al menos un elemento de refuerzo lineal (2) alrededor del elemento portante de estructuras a reforzar (1) (ver columna 2, líneas 3-7), de forma tal que dicha barra de refuerzo queda dispuesta transversalmente a una fisura generada por el esfuerzo cortante o punzonamiento: en D01 se plantean un refuerzo previo a las fisuras por lo que no se indica nada al respecto (excepto en los antecedentes de la invención), sin embargo, como se ve en otros documentos citados en el informe, la disposición del cosido de las fisuras transversalmente a ellas es algo ampliamente conocido en el estado de la técnica,
- anclaje del elemento de refuerzo lineal (2) alrededor del elemento portante estructural (3) (ver columna 2, líneas 7-10 y figuras).

En D01 el elemento lineal utilizado para el refuerzo es fibra reforzada, aunque se habla en los antecedentes de la invención de la utilización de alambres de acero.

Por tanto, las características técnicas de la primera reivindicación que no están presentes en D01 son:

- el elemento de refuerzo lineal es de aleación con memoria de forma, pre-estirada en fase martensítica y
- activación del elemento de refuerzo lineal mediante calentamiento de ésta originando la transformación del elemento de refuerzo lineal de fase martensítica a fase austenítica.

Es decir, se utiliza un material claramente diferente. Sin embargo, la utilización del acero en fase martensítica aprovechando la memoria de forma para activarlo mediante calentamiento llevándolo a su fase austenítica es muy conocida en distintos usos del acero. También en el sector de la construcción, y más concretamente en el de refuerzo de estructuras, como se puede observar en **D02**, que plantea un método en el que un perfil con memoria de forma es colocado en hormigón para ser reforzado (ver párrafo 0004).

Resultaría obvio para el experto en la materia, sobre todo cuando se va a obtener un mismo resultado, aplicar estas características con su correspondiente efecto a D01, de modo que se obtengan las características de la reivindicación 1, por lo tanto, el objeto de dicha reivindicación 1 no implica actividad inventiva.

A la vista de los documentos citados, las reivindicaciones dependientes 2-5 y 9-12 son cuestiones prácticas, las cuales son conocidas de estos documentos o son obvias para un experto en la materia, por lo que tampoco implican actividad inventiva.

Puede realizarse una argumentación similar a ésta para los documentos **D03** y **D04**, en donde se divulgan por un lado los elementos de refuerzo lineal (ver D03) y por otro la utilización de aceros con memoria de forma de la manera indicada en la reivindicación (ver D04).

En D03 está también divulgada la opción de diseño del elemento de refuerzo lineal planteado en las reivindicaciones 6-8 (ver figuras) por lo que tampoco implican actividad inventiva.

La reivindicación 13 es una reivindicación independiente que plantea el sistema de refuerzo activo frente a esfuerzo cortante o punzonamiento en elementos portantes estructurales. Las dos combinaciones de documentos anteriormente explicadas divulgan igualmente esta reivindicación ya que la única característica técnica que plantea es que comprende al menos, un elemento de refuerzo lineal de aleación con memoria de forma en fase martensítica anclable alrededor del elemento portante estructural.

En cuanto a las reivindicaciones 14-16, dependientes de la reivindicación 13, divulgan características definidas del acero que se encuentran divulgadas en D02 (ver párrafos 0021-0028).

Por tanto, tampoco las reivindicaciones de sistema 13-16 implican actividad inventiva.