

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 905 400**

51 Int. Cl.:

E04C 3/34

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.10.2016 PCT/IB2016/056159**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.04.2018 WO18069752**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.10.2016 E 16791094 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.12.2021 EP 3526418**

54 Título: **Columna de hormigón armado**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.04.2022

73 Titular/es:

**ARCELORMITTAL (100.0%)
24-26 Boulevard d'Avranches
1160 Luxembourg, LU**

72 Inventor/es:

**BOGDAN, TEODORA;
GERARDY, JEAN-CLAUDE;
POPA, NICOLETA;
VASSART, OLIVIER;
DAVIES, DONALD, W.;
XIAO, CONGZHEN;
CHEN, TAO;
DENG, FEI;
WOOD, ANTONY;
TRABUCCO, DARIO y
LUCCHESI, ELEONORA**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 905 400 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

Columna de hormigón armado

CAMPO TÉCNICO:

5 La presente invención se refiere en general a una columna de hormigón armado para un edificio de gran altura. Se refiere además a una estructura de acero para tal columna de hormigón armado y un edificio de gran altura que comprende tal columna de hormigón armado.

TÉCNICA ANTERIOR:

10 Las columnas de hormigón armado son columnas compuestas que comprenden secciones de acero estructural embebidas en hormigón reforzado. Son muy utilizadas en edificios de gran altura y, debido a sus dimensiones, también se denominan "megacolumnas". Aprovechando la acción compuesta entre el hormigón y las secciones de acero, la capacidad de soporte de la columna compuesta normalmente es mayor que la suma de las capacidades de soporte de las secciones aisladas de hormigón y acero.

15 Un primer tipo de columnas de hormigón armado tiene un esqueleto de acero soldado que consiste en placas pesadas de acero ensambladas in situ mediante soldadura. Tal columna se describe, por ejemplo, en el modelo de utilidad chino CN 204919988 U. El esqueleto de acero de esta columna comprende una sección en forma de cruz que está centrada en el eje central longitudinal de la columna. La sección de la propia columna tiene forma cuadrada, en la que las jaulas de barras de refuerzo refuerzan las cuatro esquinas de la columna. También se conoce diseñar el armazón de acero como un gran cajón de acero que consiste en placas pesadas de acero ensambladas in situ mediante soldadura. Este cajón de acero se rellena con hormigón y se embebe en hormigón reforzado con barras longitudinales y transversales.

20 También se conoce la combinación de secciones de acero abiertas con secciones de acero cerradas en una columna de hormigón armado. Tal columna se describe, por ejemplo, en el modelo de utilidad chino CN 104405082 U. Esta columna tiene una sección transversal en forma de cruz. Cada brazo de la cruz incluye una sección de acero en forma de T soldada que tiene un alma que apunta al centro de la cruz. En el centro de la columna, una sección tubular de acero está embebida en el hormigón y rellena con hormigón.

25 En las columnas de hormigón armado de este primer tipo, el diseño del esqueleto de acero puede diseñarse libremente de modo que el hormigón y el acero cooperen de forma eficiente. Sin embargo, la construcción de tal esqueleto de acero generalmente requiere una gran cantidad de trabajo de soldadura in situ en acero estructural pesado, lo cual es costoso, requiere mucho tiempo y puede ocasionar problemas de calidad.

30 Un segundo tipo de columnas de hormigón armado incluye secciones aisladas de acero laminado en caliente. Tal columna se describe, por ejemplo, en el modelo de utilidad chino CN 203113624 U. La columna de hormigón armado descrita en el mismo tiene una sección transversal de forma cuadrada o rectangular, en la que se dispone una viga de acero de sección en I en cada una de las esquinas de la columna. Las almas de estas vigas de acero de sección en I están dispuestas a lo largo de dos lados opuestos de un núcleo de hormigón que está reforzado con barras de refuerzo longitudinales y transversales. En el caso de una sección transversal rectangular de la columna, las almas de las cuatro vigas de sección en I se ubican a lo largo de los lados pequeños de la columna. Los anillos de barras de refuerzo rodean pares de vigas de sección en I y toda la disposición de las secciones en I.

Las columnas de hormigón armado de este segundo tipo no requieren mucho trabajo de soldadura in situ sobre acero estructural pesado, pero generalmente son menos eficientes en cuanto a la cooperación entre el hormigón y las secciones de acero para garantizar una alta capacidad de soporte.

40 Es un objeto de la presente invención proponer una columna de hormigón armado que sea fácil de construir in situ y en la que el hormigón y el acero, sin embargo, cooperen eficientemente para garantizar una alta capacidad de soporte.

RESUMEN DE LA INVENCION:

45 Una columna de hormigón armado para un edificio de gran altura de acuerdo con la invención comprende una pluralidad de secciones de acero laminado en caliente que se extienden longitudinalmente a través de la columna de hormigón, en la que cada una de estas secciones de acero tiene un ala hacia fuera con una superficie exterior girada hacia fuera en la columna de hormigón, un ala hacia dentro opuesta con una superficie exterior girada hacia dentro en la columna de hormigón, y un alma central que conecta el ala hacia fuera con el ala hacia dentro. Las secciones de acero laminado en caliente preferidas son, por ejemplo, secciones de acero en forma de H con alas anchas, tales como vigas europeas HEA, HEB o HEM de acuerdo con prEN16828-2015, EN 10025-2:2004, 10025-4:2004, o vigas anchas americanas de ala o W de acuerdo con la norma ASTM A6/A6M-14, u otra sección de acero laminado en caliente que tenga dos alas y un alma central similar o en línea con las vigas antes mencionadas. La columna de hormigón armado tiene un eje longitudinal a lo largo del cual se extienden las secciones de acero, de modo que el eje longitudinal de cada sección de acero es paralelo al eje longitudinal de la columna de hormigón armado.

- De acuerdo con un primer aspecto de la invención, los perfiles de acero están dispuestos en la columna de hormigón de modo que las superficies exteriores de sus alas hacia dentro delimitan en ella un núcleo central de hormigón de n lados laterales y una sección transversal que forma un polígono de n lados, siendo n al menos igual a tres, en el que cada uno de los n lados laterales del núcleo central de hormigón es coplanario con la superficie exterior del ala hacia dentro de al menos una sección de acero. Se entenderá que "coplanario" aquí significa que el lado lateral respectivo del núcleo central de hormigón y la superficie exterior del ala hacia dentro se encuentran en un mismo plano, por supuesto, dentro de los límites de las tolerancias de planicidad de la superficie exterior del ala hacia dentro. Lo que importa es que la superficie exterior del ala hacia dentro forma un límite hacia fuera para el núcleo central de hormigón. De ello se deduce que el confinamiento del núcleo central de hormigón -que normalmente sólo está garantizado por capas externas de hormigón armado - se mejora mediante una disposición específica de las alas hacia dentro de las secciones de acero. "Confinamiento" aquí significa un bloqueo de la expansión transversal del hormigón bajo fuerzas de compresión. Como resultado del confinamiento mejorado del núcleo de hormigón, se desarrolla un estado de tensión 3D en el núcleo de hormigón que aumenta la capacidad de soporte y la ductilidad de la columna de hormigón armado. La expansión y el crecimiento de grietas se minimizan en el núcleo de hormigón comprimido axialmente. Queda por señalar que el efecto de confinamiento (todavía) no se tiene en consideración en los códigos de diseño, pero sin duda proporciona una seguridad adicional al usuario. En resumen, la presente invención propone una columna de hormigón armado de acuerdo con la reivindicación 1 que puede construirse fácilmente in situ con secciones de acero laminado en caliente, en donde estas secciones no solo proporcionan una alta capacidad de soporte sino que también aumentan la capacidad de soporte del núcleo central de hormigón.
- Para mejorar el confinamiento del núcleo central de hormigón por las alas hacia dentro, preferiblemente al menos el 30% y más preferiblemente al menos el 40% y lo más preferiblemente al menos el 50% de la superficie de cada uno de los n lados laterales del núcleo de hormigón estará limitada por la superficie exterior del ala hacia dentro de una o más secciones de acero.
- Además, la distancia horizontal entre dos secciones de acero adyacentes en la columna debe ser al menos de varios centímetros, de modo que cada una de las secciones de acero individuales esté suficientemente embebida en el hormigón. De ello se deduce que, como máximo, el 98% de la superficie de cada uno de los n lados laterales del núcleo de hormigón estará normalmente limitada por la superficie exterior del ala hacia dentro de una o más secciones de acero. En realizaciones preferidas, el porcentaje de la superficie de cada uno de los n lados laterales del núcleo de hormigón que está limitado por la superficie exterior del ala hacia dentro de una o más secciones de acero estará en el intervalo del 30% al 98%, y más preferiblemente en el intervalo del 30% al 80% o del 40% al 80%.
- Si un lado del núcleo central de hormigón es coplanario con la superficie exterior del ala hacia dentro de una única sección de acero, entonces esta ala interior está preferiblemente centrada con relación a la anchura de este lado del núcleo central de hormigón. Tal disposición centrada del ala hacia dentro proporciona un buen confinamiento del núcleo central de hormigón y buenas posibilidades de conectar una viga de soporte a la columna.
- Se apreciará que la sección transversal de una columna de hormigón armado propuesta - y de este modo su capacidad de soporte - se puede aumentar fácilmente sin degradar el confinamiento del núcleo central de hormigón, si hay lados del núcleo central de hormigón que son coplanarios con las superficies exteriores de las alas hacia dentro de más de una sección de acero.
- Para mejorar el confinamiento del núcleo central de hormigón, si un lado del núcleo central de hormigón es coplanario con las superficies exteriores de las alas hacia dentro de m secciones de acero, en donde m es al menos igual a dos, la distancia entre dos alas hacia dentro consecutivas dispuestas a lo largo de este lado del núcleo central de hormigón, así como la distancia entre una esquina que delimita lateralmente este lado del núcleo central de hormigón y el ala hacia dentro más cercana a esta esquina, preferiblemente no será superior a $0,8 \cdot w / (m+1)$, preferiblemente no superior a $0,7 \cdot w / (m+1)$, donde w es la anchura de este lado y m es el número de secciones de acero dispuestas a lo largo de este lado.
- Normalmente, todas las alas internas tendrán la misma anchura. Sin embargo, en casos especiales, las alas hacia dentro pueden tener diferentes anchuras.
- Normalmente, el ala hacia dentro de una sección de acero tendrá la misma anchura que su ala hacia fuera. Sin embargo, en casos especiales, el ala hacia dentro puede ser más ancha que el ala hacia fuera.
- Normalmente, todas las secciones de acero tendrán las mismas dimensiones. Sin embargo, en casos especiales, las secciones de acero de diferentes dimensiones pueden utilizarse en la misma columna.
- Se puede lograr fácilmente un excelente confinamiento del núcleo central de hormigón, si este último tiene una sección transversal que forma un polígono convexo de n lados. Sin embargo, siempre que sea posible disponer al menos una sección de acero a lo largo de cada lado del núcleo central de hormigón, no se excluye que este último pueda tener una sección transversal que forme un polígono cóncavo de n lados, tal como p. ej., una estrella. (Un polígono convexo se define como un polígono con todos sus ángulos interiores menores de 180° . Un polígono cóncavo tiene al menos un ángulo mayor de 180°).

En muchos casos, los n lados del núcleo central de hormigón tendrán todos la misma anchura. Sin embargo, no se excluye que los n lados del núcleo central de hormigón puedan tener anchuras diferentes. Este es el caso, por ejemplo, si el núcleo central de hormigón tiene una sección transversal que es un rectángulo.

5 Se apreciará que se puede lograr un excelente confinamiento del núcleo central de hormigón, si este núcleo central tiene una sección transversal que forma un polígono regular, es decir, un polígono equiángulo (todos los ángulos tienen la misma medida) y equilátero (todos los lados tienen la misma longitud). Sin embargo, las limitaciones arquitectónicas y/o estructurales (p. ej., las direcciones de soporte de las vigas conectadas a la columna) pueden implicar conferir al núcleo central de hormigón una sección transversal que forma un polígono que no es equiángulo y/o no es equilátero.

10 De manera similar, para mejorar el confinamiento del núcleo central de hormigón, es ventajoso que las secciones de acero formen una disposición en la que el eje central longitudinal de la columna sea un eje de simetría de rotación de $360^\circ/n$, en el que n es el número de lados del núcleo central de hormigón.

15 Si un lado del núcleo central de hormigón es coplanario a la superficie exterior del ala hacia dentro de una sola sección de acero, el confinamiento del núcleo central de hormigón también mejora si el alma de esta sección de acero tiene un plano medio que contiene, con las tolerancias habituales para tal aplicación de acero estructural, el eje longitudinal de la columna.

20 Cada ala hacia dentro comprende preferiblemente una multitud de conectores de cizalladura que penetran en el núcleo central de hormigón. Estos conectores de cizalladura proporcionan la ventaja de que la disposición de las secciones de acero y el núcleo central de hormigón se comportan más eficazmente como un cuerpo compuesto, por lo que se mejora considerablemente la capacidad de la columna de hormigón armado para soportar los esfuerzos de flexión inducidos por las cargas excéntricas de la columna.

Cada una de las secciones de acero puede comprender adicional o alternativamente una multitud de conectores de cizalladura que penetran en el hormigón entre sus alas hacia fuera y hacia dentro y/o en el hormigón que rodea la superficie exterior de su ala hacia fuera. Estos conectores de cizalladura proporcionan la ventaja de que las secciones de acero y el hormigón que envuelve las secciones de acero se comportan más eficazmente como un cuerpo compuesto.

25 El hormigón generalmente comprenderá barras de refuerzo longitudinales y/o transversales, en donde "barra de refuerzo" es una forma abreviada de "barra de refuerzo" y designa una barra de acero utilizada como dispositivo de tensión para reforzar y mantener el hormigón en tensión, siendo la superficie de la barra de refuerzo a menudo modelada para formar una mejor unión con el hormigón.

30 En una realización preferida, el hormigón comprende una jaula de refuerzo exterior formada por barras de refuerzo longitudinales y transversales y que encierra la disposición de secciones de acero. Esta jaula de refuerzo de hormigón exterior permite en particular un confinamiento exterior de una capa de hormigón periférica que encierra las secciones de acero. Se opone en particular a un abultamiento de esta capa periférica de hormigón bajo fuerzas de compresión axial, de modo que esta capa periférica de hormigón puede contribuir con cargas más elevadas a la capacidad de soporte de la columna de hormigón armado.

35 La jaula de refuerzo exterior comprende ventajosamente multitud de anillos de barras de refuerzo circulares cerrados conectados a las barras de refuerzo longitudinales. Se apreciará que estos anillos de barras de refuerzo circulares cerrados se oponen eficientemente a una presión transversal generada en el hormigón comprimido axialmente, al ser capaces de absorber importantes esfuerzos de tensión circunferencial (similar a una pared cilíndrica de un recipiente a presión).

40 El hormigón también puede comprender ventajosamente una jaula de refuerzo interior formada por barras de refuerzo longitudinales y transversales, que está dispuesta entre las alas hacia fuera y las alas hacia dentro para encerrar el núcleo central de hormigón. Esta jaula interior de refuerzo de hormigón proporciona, en particular, un confinamiento de una capa de hormigón intermedia que rodea inmediatamente el núcleo central de hormigón. De este modo, se opone a una presión transversal generada en esta capa de hormigón intermedia bajo fuerzas de compresión axial, de modo que esta capa de hormigón intermedia puede contribuir con cargas superiores a la capacidad de soporte de la columna de hormigón armado.

50 La jaula de refuerzo interior comprende preferiblemente anillos de barras de refuerzo circulares cerrados que pasan a través de orificios en las almas de las secciones de acero. De ello se deduce que estos anillos son estructuralmente independientes de la disposición de las secciones de acero, lo que es ventajoso cuando las secciones de acero están expuestas a deformaciones. Alternativamente, la jaula de refuerzo interior comprende segmentos en forma de arco de anillos de barras de refuerzo soldados con sus extremos a las almas de las secciones de acero. Si bien es menos ventajosa desde el punto de vista estructural, esta realización alternativa tiene, sin embargo, la ventaja no despreciable de que no es necesario taladrar orificios en las almas de las secciones de acero.

55 En una realización preferida, la columna de hormigón armado comprende al menos dos nodos de conexión de viga a columna espaciados longitudinalmente. Tal "nodo de conexión de viga a columna" es una sección específica de la columna de hormigón armado que está específicamente equipada para conectar a las mismas las vigas de soporte de

carga que soportan, por ejemplo, un piso en un edificio de gran altura. Se apreciará que entre dos nodos de conexión de viga a columna sucesivos, ventajosamente no hay acero estructural que interconecte las secciones de acero. En otras palabras, entre dos nodos de conexión de viga a columna sucesivos, la estructura de acero de soporte de la columna de hormigón armado consiste simplemente en secciones de acero aisladas que se extienden en paralelo a través de la columna. Sin embargo, en los nodos de conexión de viga a columna, las secciones de acero pueden estar interconectadas estructuralmente por medio de acero estructural. El término "acero estructural" en este documento designa una variedad de formas de acero pesado, tales como vigas en H, vigas en I, vigas en T, secciones en U o en L pesadas y placas de acero pesadas, utilizadas como miembros de soporte de carga o de transferencia de carga en una estructura de acero. Las barras de refuerzo, en este contexto, no se consideran acero estructural. Gracias a la ausencia de acero estructural que interconecta las secciones de acero entre dos nodos de conexión de viga a columna sucesivos, los trabajos de soldadura in situ sobre el acero estructural están muy limitados, lo que mejora notablemente la calidad de la columna y facilita su construcción.

En una realización preferida, la columna de hormigón armado comprende al menos un elemento de conexión de viga a columna en el ala hacia fuera de al menos una sección de acero para conectar a esta ala hacia fuera una viga de soporte de carga. Tal elemento de conexión de viga a columna puede comprender, por ejemplo, un elemento de acero estructural, tal como por ejemplo: secciones en L fijadas rígidamente al ala hacia fuera, para soldar o atornillar la misma al alma de la viga; orificios para pernos en el ala hacia fuera, para fijar una placa de extremo de la viga al ala hacia fuera, para lograr una conexión atornillada entre la viga y la columna de la placa de extremo, etc. La conexión de viga a columna será preferiblemente una conexión rígida de viga a columna.

La columna de hormigón armado puede tener una sección transversal redonda u ovalada u otra curvilínea, pero también puede tener una sección transversal poligonal. La presente invención ofrece entonces una libertad arquitectónica considerable para diseñar la sección transversal de la columna. Sin embargo, se apreciará que una realización muy interesante comprende una sección transversal poligonal de $2n$ lados, si el núcleo central de hormigón tiene n lados. Detrás de cada segundo de estos $2n$ lados se dispondrá entonces la superficie exterior del ala hacia fuera de al menos una de las secciones de acero. Se apreciará que tal realización permite, entre otras cosas, evitar eficazmente las esquinas de hormigón que sobresalen y que no comprenden una sección de acero.

La invención también propone una estructura de acero para una columna de hormigón armado para un edificio de gran altura de acuerdo con la reivindicación 24 que comprende una pluralidad de secciones de acero laminado en caliente dispuestas para extenderse longitudinalmente a través de la columna de hormigón. Cada una de estas secciones de acero tiene un ala hacia fuera con una superficie exterior girada hacia fuera en la columna de hormigón, un ala hacia dentro opuesta con una superficie exterior girada hacia dentro de la columna de hormigón, y un alma que conecta el ala hacia fuera con el ala hacia dentro. Las secciones de acero están dispuestas de modo que las superficies exteriores de sus alas hacia dentro delimitan un volumen de núcleo central con n lados laterales y una sección transversal que forma un polígono de n lados, siendo n al menos igual a tres; siendo cada uno de los n lados laterales del volumen de núcleo central coplanario a la superficie exterior del ala hacia dentro de al menos una sección de acero. Tan pronto como dicha estructura de acero se reviste de hormigón, el núcleo central de hormigón queda confinado o limitado por las alas hacia dentro de las secciones de acero. Como se explicó anteriormente, con el confinamiento mejorado del núcleo de hormigón, se desarrolla un estado de tensión 3D en el núcleo de hormigón que aumenta la capacidad de soporte y la ductilidad de la columna de hormigón armado. La expansión y el crecimiento de grietas se minimizan en el núcleo de hormigón comprimido axialmente.

Tal estructura de acero normalmente también comprende al menos dos nodos de conexión de viga a columna separados longitudinalmente para conectar a la misma las vigas de soporte de carga; en la que entre dos nodos de conexión de viga a columna sucesivos, no hay acero estructural que interconecte las secciones de acero. En los nodos de conexión de viga a columna, las secciones de acero pueden estar interconectadas estructuralmente por medio de acero estructural. Gracias a la ausencia de acero estructural que interconecta las secciones de acero entre dos nodos de conexión de viga a columna sucesivos, los trabajos de soldadura in situ sobre el acero estructural están muy limitados, lo que mejora notablemente la calidad de la estructura de acero y facilita su construcción.

La invención propone además un edificio de gran altura que comprende al menos una columna de hormigón armado como se ha descrito anteriormente en este documento.

Este edificio de gran altura normalmente comprende al menos dos pisos sucesivos soportados por la columna de hormigón armado en dos nodos de conexión de viga a columna sucesivos de la columna de hormigón armado, en donde entre dos nodos de conexión sucesivos, no hay acero estructural que interconecte las secciones de acero.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS:

Las características, aspectos y ventajas de la invención descritos anteriormente y otros se entenderán mejor con respecto a la siguiente descripción de varias realizaciones de la invención y con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

FIG. 1: es una sección transversal de una primera realización de una columna de hormigón armado de acuerdo

con la invención;

FIG. 2: es una sección transversal de una segunda realización de una columna de hormigón armado de acuerdo con la invención;

5 FIG. 3A: es una vista en alzado de una primera realización de una jaula de hormigón armado para ser utilizada en una columna de hormigón armado de acuerdo con la invención;

FIG. 3B: es una sección transversal de la jaula de hormigón armado de la FIG. 3A;

FIG. 4A: es una vista en alzado de una segunda realización de una jaula de hormigón armado para ser utilizada en una columna de hormigón armado de acuerdo con la invención;

FIG. 4B: es una sección transversal de la jaula de hormigón armado de la FIG. 4A;

10 FIG. 5: es una sección transversal de una sección de acero para ser utilizada en una columna de hormigón armado de acuerdo con la invención;

FIG. 6: es una sección transversal de una tercera realización de una columna de hormigón armado de acuerdo con la invención;

15 FIG. 7: es una sección transversal de una cuarta realización de una columna de hormigón armado de acuerdo con la invención;

FIG. 8: es una sección transversal de una quinta realización de una columna de hormigón armado de acuerdo con la invención;

FIG. 9: es una sección transversal de una sexta realización de una columna de hormigón armado de acuerdo con la invención;

20 FIG. 10: es una sección transversal de una columna de hormigón armado como se muestra en la FIG. 2, que muestra una conexión de viga a columna, en la que se fijan vigas de soporte horizontales a la columna de hormigón armado; y

FIG. 11: es una vista en alzado de una columna como se muestra en la FIG. 1, 2 o 6, en la que no se muestran hormigón ni barras de refuerzo de hormigón.

25 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE UNA REALIZACIÓN DE LA INVENCION

Se entenderá que la siguiente descripción y los dibujos describen realizaciones de la invención a modo de ejemplo y con fines ilustrativos. No limitarán el alcance, la naturaleza o el espíritu de la materia reivindicada. En los dibujos, los elementos equivalentes en diferentes realizaciones llevan los mismos números de referencia.

30 La FIG. 1 muestra esquemáticamente una sección transversal de una primera realización de una columna 10 de hormigón armado de acuerdo con la invención (también designada en forma abreviada como "la columna 10"). La columna 10 comprende un eje central longitudinal 12 y una superficie de carcasa (o envolvente exterior) 14. El eje central longitudinal 12 es perpendicular al plano del dibujo. En la columna de la FIG. 1, la superficie 14 de carcasa es una superficie cilíndrica circular derecha que tiene el eje central longitudinal 12 como eje del cilindro. De ello se deduce que la columna de la FIG. 1 tiene una sección transversal circular.

35 Cuatro secciones 16₁, 16₂, 16₃, 16₄ de acero laminado en caliente con una sección en forma de H (de aquí en adelante también designadas en forma abreviada como "secciones 16_i de acero", donde $i = 1, 2, 3, 4$) se extienden longitudinalmente a lo largo del eje central longitudinal 12 de la columna 10. Cada una de estas vigas 16_i de columna tiene un ala 18_i hacia dentro con una superficie exterior 20_i sustancialmente plana girada hacia dentro (es decir, girada hacia el eje central longitudinal 12), un ala exterior opuesta 22_i con una superficie exterior 24_i sustancialmente plana girada hacia fuera (es decir, girada hacia la superficie 14 de carcasa de la columna 10), y un alma central 26_i que conecta el ala 18_i hacia dentro con el ala 20_i hacia fuera. El plano medio del alma 26_i de cada sección 16_i de acero contiene el eje central longitudinal 12 de la columna 10.

45 Las secciones de acero laminado en caliente preferidas son secciones de acero en forma de H con alas anchas, tales como las vigas europeas HEA, HEB o HEM de acuerdo con prEN16828-2015, EN 10025-2:2004, 10025-4:2004, o alas anchas americanas o vigas en W de acuerdo con la norma ASTM A6/A6M-14, u otro perfil de acero en forma de H laminado en caliente similar o en línea con las vigas ya mencionadas. Los parámetros mecánicos relevantes y los grados de acero de las secciones de acero adecuadas se enumeran, por ejemplo, en la norma europea EN 1993-1-1:2005, Tabla 3.1 y cláusula 3.2.6.

50 Las cuatro secciones 16_i de acero están dispuestas en la columna 10 de modo que las superficies exteriores 20_i de sus alas 18_i hacia dentro delimitan en ella un volumen 28 del núcleo central con cuatro lados laterales y una sección

transversal que forma un polígono de cuatro lados. El número de referencia 30 identifica el límite exterior de este volumen 28 del núcleo central en el plano del dibujo, cuyo límite exterior tiene la forma de un cuadrado en la FIG. 1. En el espacio, el límite exterior (es decir, la superficie envolvente) del volumen 28 del núcleo central está definido por cuatro planos virtuales, siendo cada uno de estos cuatro planos virtuales coplanarios con las superficies exteriores 20_i de una de las cuatro alas 18_i hacia dentro. El eje central longitudinal 12 de la columna 10 es también el eje central del volumen 28 del núcleo central.

El hormigón 32 (representado esquemáticamente por un relleno de patrón de puntos) encierra las cuatro secciones 16_i de acero y también llena el volumen 28 del núcleo central delimitado por las superficies exteriores 20_i de las alas 18_i hacia dentro de las cuatro secciones 16_i de acero. En consecuencia, la columna 10 comprende un núcleo central 28' de hormigón con cuatro lados laterales y una sección transversal que forma un polígono de cuatro lados, más particularmente un cuadrado, en el que cada uno de los cuatro lados laterales del núcleo central 28' de hormigón es coplanario con la superficie exterior 20_i del ala hacia dentro de una de las secciones 16_i de acero.

De ello se deduce que el confinamiento del núcleo central 28' de hormigón, que normalmente sólo se proporciona mediante capas externas de hormigón armado, se mejora mediante una disposición específica de las alas 18_i hacia dentro de las secciones 16_i de acero. Este confinamiento bloquea muy eficientemente una expansión transversal del hormigón bajo fuerzas de compresión. Como resultado del confinamiento mejorado del núcleo 28' de hormigón, se desarrolla un estado de tensión 3D en el núcleo de hormigón que aumenta la capacidad de soporte y la ductilidad de la columna 10 de hormigón armado. La expansión y el crecimiento de grietas se minimizan en el núcleo de hormigón comprimido axialmente. Queda por señalar que el efecto de confinamiento (todavía) no se tiene en consideración en los códigos de diseño, pero seguramente proporciona una seguridad adicional al usuario.

El hormigón adecuado a utilizar para revestir las secciones de acero laminado en caliente y rellenar el volumen 28 del núcleo central es, por ejemplo, de acuerdo con la norma europea EN 1992-1-1:2004 Tabla 3.1 o con otras normas equivalentes. Si se utiliza material de acero de alta resistencia para las secciones de acero, se recomienda tener también material de hormigón de alta resistencia.

Para lograr un confinamiento suficiente del núcleo central 28' de hormigón, al menos el 30% de la superficie de cada uno de los cuatro lados laterales del núcleo 28' de hormigón estará limitada por la superficie exterior 20_i del ala 18_i hacia dentro de la sección 16_i de acero respectiva. En la FIG. 1, cada una de las alas 18_i hacia dentro está ubicada centralmente en el lado respectivo del núcleo central 28' de hormigón y limita aproximadamente el 78% de la superficie de este lado. En otras palabras, el núcleo central 28' de hormigón está limitado por las alas 18_i hacia dentro sobre aproximadamente el 78% de su superficie perimetral 30.

Combinando la FIG. 5 con la FIG. 1, se entenderá que cada ala 18_i hacia dentro comprende preferiblemente una multitud de conectores 34 de cizalladura que sobresalen de su superficie exterior 20_i. Estos conectores 34 de cizalladura penetran profundamente en el núcleo central 28' de hormigón. Como consecuencia, el núcleo central 28' de hormigón está completamente unido a las cuatro alas 18_i hacia dentro de las secciones 16_i de acero, es decir, los conectores transfieren completamente las tensiones de cizalladura en las interfaces del ala y el núcleo de hormigón. De ello se deduce que se forma una columna compuesta 10 de acero y hormigón que aprovecha al máximo la alta resistencia a la compresión del núcleo central 28' de hormigón confinado y la alta resistencia a la tracción y a la compresión de las secciones 16_i de acero.

Como se ilustra únicamente en la FIG. 5, cada una de las secciones 16_i de acero puede comprender además conectores 36 de cizalladura que penetran en el hormigón 32 entre su ala 22_i hacia fuera y su ala 18_i hacia dentro y/o conectores 38 de cizalladura que penetran en el hormigón 32 que rodea la superficie exterior 24_i de su ala 22_i hacia fuera. Todos los conectores 34, 36, 38 de cizalladura que se muestran en los dibujos son espárragos de cizalladura con cabeza, pero no se excluye la utilización de otros tipos de conectores de cizalladura, siempre que sean capaces de transferir correctamente las tensiones de cizalladura en las interfaces de hormigón-acero respectivas.

En la FIG. 1, el número de referencia 40 identifica una jaula de refuerzo exterior que rodea las cuatro secciones 16_i de acero en el hormigón 32. Una realización preferida de tal jaula 40 de refuerzo de hormigón se ilustra en las FIGS. 4A y 4B, en las que se muestra una vista lateral de la misma en la FIG. 4A y una sección transversal de la misma se muestra en la FIG. 4B. En esta realización preferida, la jaula 40 de refuerzo de hormigón comprende barras 42 de refuerzo que se extienden longitudinalmente a través de la columna 10 (también llamadas barras 42 de refuerzo longitudinales) y anillos 44 de refuerzo circulares cerrados (también llamados anillos de barras de refuerzo circulares cerrados). Los anillos 44 de refuerzo circulares cerrados se fabrican a partir de al menos una barra de refuerzo, que se curva para tener la forma de un anillo circular, cuyo anillo se cierra luego soldando juntos los dos extremos de la barra de refuerzo. Los anillos 44 de refuerzo circulares cerrados, que se encuentran en la columna 10 preferiblemente paralelos a un plano horizontal y tienen su centro ubicado sobre el eje central longitudinal 12, se fijan a todas o algunas de las barras 42 de refuerzo longitudinales preferiblemente mediante soldadura, o alternativamente mediante conexiones mecánicas, tal como p. ej., atando alambre de acero o acopladores mecánicos. Las características geométricas y materiales de las barras de refuerzo de acero se definen, por ejemplo, en EN 1992-1-1:2004, EN 10080, tabla 6 y EN 1992-1-1:2004, sección 3.2.2. (3). Se apreciará que los anillos 44 de barras de refuerzo circulares cerrados se oponen eficazmente al estallido del hormigón comprimido axialmente 32 al ser capaces de absorber esfuerzos de tensión circunferenciales sustanciales

- (similar a una pared cilíndrica de un recipiente a presión). Las FIGS. 3A y 3B muestran una realización alternativa de la jaula 40 de refuerzo exterior. En esta realización, una barra 48 de refuerzo continua se enrolla de forma helicoidal alrededor de las barras 42 de refuerzo longitudinales. La barra 48 de refuerzo continua enrollada helicoidalmente se asegura a todas o algunas de las barras 42 de refuerzo longitudinales preferiblemente mediante soldadura, o alternativamente mediante conexiones mecánicas, tal como p. ej., atando alambre de acero o acopladores mecánicos. Queda por señalar que la jaula 40 de refuerzo de hormigón exterior garantiza un confinamiento exterior de una capa de hormigón periférica que encierra las secciones 16_i de acero. Se opone en particular a un abultamiento de esta capa periférica de hormigón bajo fuerzas de compresión axial, de modo que esta capa periférica de hormigón puede contribuir a cargas más altas a la capacidad de soporte de la columna 10 de hormigón armado.
- El número de referencia 50 identifica una jaula de refuerzo de hormigón interior dispuesta entre las alas exteriores 22_i y las alas 18_i hacia dentro para encerrar el núcleo central 28' de hormigón. Las realizaciones preferidas de esta jaula 50 de refuerzo de hormigón interior también se ilustran en la FIG. 3A, 3B y la FIG. 4A, 4B. Al igual que la jaula 40 de refuerzo exterior, la jaula 50 de refuerzo interior comprende ventajosamente barras 52 de refuerzo verticales (también denominadas barras 52 de refuerzo longitudinales) y anillos 54 de refuerzo circulares cerrados como se muestra en la FIG. 4A y en la FIG. 4B o una barra 58 de refuerzo continua que se enrolla de forma helicoidal alrededor de las barras 52 de refuerzo longitudinales como se muestra en la FIG. 3A y en la FIG. 3B. Los anillos 54 de refuerzo circulares cerrados y la barra 58 de refuerzo continua enrollada helicoidalmente pasan ventajosamente a través de pequeños orificios perforados en las almas 26_i. Alternativamente, para evitar la perforación de orificios en las almas 26_i, un anillo 54 de refuerzo circular cerrado puede ser sustituido por cuatro arcos de un círculo, en donde los extremos de cada uno de estos arcos están soldados a dos almas adyacentes 26_i. Se apreciará que la jaula 50 de refuerzo de hormigón interior garantiza en particular un confinamiento de una capa de hormigón intermedia que rodea inmediatamente el núcleo central 28' de hormigón. De este modo, bloquea una expansión transversal del hormigón bajo fuerzas de compresión, de modo que esta capa de hormigón intermedia puede contribuir con cargas más altas a la capacidad de soporte de la columna 10 de hormigón armado.
- Queda por señalar que una realización con cuatro secciones 16_i de acero en una disposición en forma de cruz como se muestra en la FIG. 1, pero también las realizaciones de las FIGS. 2 y 6 descritas a continuación, son de particular interés, si la columna 10 tiene que soportar vigas de soporte horizontales dispuestas de acuerdo con dos direcciones perpendiculares, que es el caso más común.
- La columna 10 de la FIG. 2 distingue sobre la columna 10 de la FIG. 1 principalmente por las siguientes características. Tiene una sección transversal de forma cuadrada (en lugar de una sección transversal circular), en donde su superficie de carcasa comprende cuatro superficies laterales planas 14_i, que son básicamente paralelas a las superficies exteriores 24_i de las cuatro alas 22_i hacia fuera. Cada uno de las alas 18_i hacia dentro limita aproximadamente el 52% de la superficie del lado respectivo del núcleo central 28' de hormigón de 4 lados. En otras palabras, el núcleo central 28' de hormigón de 4 lados está limitado por las alas 18_i hacia dentro sobre aproximadamente el 52% de su superficie perimetral 30. La jaula 40' de refuerzo de hormigón exterior' y la jaula 50' de refuerzo de hormigón interior comprenden anillos 44' de refuerzo cerrados que tienen forma cuadrada. Los soportes 60 de esquina de barra de refuerzo endurecen los anillos 44' de refuerzo de forma cuadrada, de modo que son más adecuadas para oponerse a un abombamiento del hormigón 32 bajo fuerzas de compresión axial. Esta realización con anillos 44' de refuerzo de forma cuadrada sigue siendo, sin embargo, menos eficaz para reducir un abultamiento del hormigón 32 que la realización con anillos 44 de refuerzo circulares cerrados.
- La columna 10 de la FIG. 6 se distingue sobre la columna 10 de la FIG. 1 principalmente por las siguientes características. Tiene una sección transversal octogonal, en la que su superficie de carcasa comprende ocho superficies laterales planas 14_i, de las cuales cada segunda superficie lateral es básicamente paralela a la superficie exterior 24_i de una de las cuatro alas 22_i hacia fuera. Cada una de las alas 18_i hacia dentro limita aproximadamente el 52% de la superficie del lado respectivo del núcleo central 28' de hormigón. En otras palabras, el núcleo central 28' de hormigón está limitado por las alas 18_i hacia dentro sobre aproximadamente el 52% de su superficie perimetral 30. Cabe señalar que los anillos 44 de refuerzo circulares cerrados encajan muy bien en la sección octogonal de la columna 10, en la que se aprovecha mucho mejor el hormigón que en la columna de la FIG. 2.
- La columna 10 de la FIG. 7 se distingue sobre la columna 10 de la FIG. 1 principalmente por las siguientes características. Incluye únicamente tres secciones 16_i de acero que confinan un núcleo central 28' de hormigón que tiene una sección transversal triangular 30'. La columna 10 en su conjunto tiene una sección transversal hexagonal, en la que su superficie de carcasa comprende tres superficies laterales planas pequeñas 14₁, 14₂, 14₃, que son básicamente paralelas a las superficies exteriores 24_i de las tres alas 22_i hacia fuera, y que alternan con tres superficies laterales planas grandes 14₄, 14₅, 14₆ ("grande" y "pequeña" se refieren aquí a la anchura de las superficies laterales). Cada uno de las alas 18_i hacia dentro cubre aproximadamente el 75% de la superficie de uno de los tres lados del núcleo central 28' de hormigón. La jaula 40'' de refuerzo de hormigón exterior comprende anillos 44'' de refuerzo hexagonales que tienen un contorno similar al de la sección transversal hexagonal de la columna 10. Tal columna 10 es de particular interés si tiene que soportar tres vigas horizontales dispuestas de acuerdo con tres direcciones diferentes (aquí tres direcciones separadas entre sí por ángulos de 120°). (Queda por señalar que en la FIG. 7 no se muestran las barras de refuerzo longitudinales).

5 La columna 10 de la FIG. 8 se distingue sobre la columna 10 de la FIG. 6 principalmente por las siguientes características. Incluye cinco secciones 16_i de acero que confinan un núcleo central 28' de hormigón que tiene una sección transversal pentagonal 30''. La columna 10 en su conjunto tiene una sección transversal decagonal, en la que su superficie de carcasa comprende diez superficies laterales planas 14_i, cada una de las cuales es básicamente paralela a la superficie exterior 24_i de una de las cinco alas 22_i hacia fuera. Cada una de las alas 18_i hacia dentro cubre aproximadamente el 93% de la superficie del lado respectivo del núcleo central 28' de hormigón. En otras palabras, el núcleo central 28' de hormigón está limitado por las alas 18_i hacia dentro sobre aproximadamente el 93% de su superficie perimetral 30''. Tal realización es de particular interés, si la columna 10 tiene que soportar cinco vigas horizontales dispuestas de acuerdo con cinco direcciones diferentes (aquí cinco direcciones separadas por ángulos de 72°). (Queda por señalar que en la FIG. 8 no se muestran las barras de refuerzo longitudinales)

15 La columna 10 de la FIG. 9 se distingue sobre la columna 10 de la FIG. 2 principalmente por las siguientes características. A lo largo de cada lado del núcleo central 28' de hormigón, que también tiene una sección transversal 30 de forma cuadrada, están dispuestas las alas 18_i, 18'_i de un par de secciones 16_i, 16'_i. Las dos alas 18_i, 18'_i hacia dentro limitan aproximadamente el 85% de la superficie del lado respectivo del núcleo central 28' de hormigón. Tal realización es de particular interés, si la columna 10 tiene que soportar dos vigas de soporte horizontales paralelas en cada uno de sus cuatro lados o si se requiere una columna de hormigón armado particularmente resistente. La disposición de las alas 18_i hacia dentro de más de una sección 16_i de acero a lo largo de un lado del núcleo central 28' de hormigón permite diseñar núcleos 28' de hormigón más grandes y, en consecuencia, columnas más grandes a pesar de la limitación de la anchura del ala de las secciones de acero disponibles comercialmente.

20 En otra realización de la columna (no mostrada), que comprende seis secciones de acero y en la que el núcleo central de hormigón tiene una sección transversal rectangular con dos lados largos y dos lados cortos, las alas hacia dentro de dos secciones de acero están dispuestas a lo largo de cada uno de los dos lados largos y el ala hacia dentro de una sección de acero está dispuesta a lo largo de cada uno de los dos lados cortos. Tal realización es de particular interés, si la columna tiene que soportar dos vigas de soporte horizontales paralelas a lo largo de una primera dirección y vigas de soporte horizontales únicas (o no) de acuerdo con una segunda dirección.

25 En todas las realizaciones mostradas en los dibujos, todas las secciones 16_i de acero tienen las mismas dimensiones y tienen alas hacia dentro, respectivamente alas hacia fuera que tienen la misma anchura. Sin embargo, no se excluye tener en la misma columna de hormigón armado: secciones 16_i de acero más pequeñas y más grandes; secciones 16_i que tienen alas hacia dentro, respectivamente alas hacia fuera con diferentes anchuras.

30 En todas las realizaciones mostradas en los dibujos, los n lados del núcleo central 28' de hormigón tienen todos la misma anchura. Sin embargo, no se excluye tener un núcleo central de hormigón cuyos lados tengan diferentes anchuras. Esto sería, p. ej., el caso de un núcleo central de hormigón que tiene una sección rectangular o una sección transversal que es un polígono irregular.

35 En las realizaciones de las FIGS. 1, 2, 6, 7 y 8, el alma de cada uno de las secciones 16_i de acero tiene un plano medio que contiene el eje central longitudinal 12 de la columna 10. Como se muestra, p. ej., por la fig. 9, sin embargo, este no es necesariamente el caso.

40 Si bien las columnas mostradas en los dibujos tienen una sección transversal circular, de forma cuadrada, hexagonal, octogonal o decagonal, se entenderá que una columna de acuerdo con la invención puede tener cualquier tipo de sección transversal, que incluye, por ejemplo: secciones transversales rectangulares, en forma de cruz y ovaladas, secciones transversales que son polígonos regulares o irregulares, secciones transversales compuestas por líneas curvadas, etc.

Se entenderá además que la sección transversal de la columna puede disminuir con la altura.

45 La FIG. 10 es una sección transversal de una columna 10 como se muestra en la FIG. 2, más particularmente en el llamado nodo 70 de conexión de viga a columna, donde – en una ubicación o nivel vertical específico a lo largo de la columna 10 – una viga 72_i de soporte horizontal está asegurada a cada una de las alas 22_i hacia fuera de la columna vertical 10. Tales vigas 72_i de soporte horizontales soportan, p. ej., un piso en un edificio de gran altura. La flecha 74 apunta al acero estructural transversal opcional que interconecta ventajosamente las alas 18_i hacia dentro en el nodo 70 de conexión, al mismo nivel donde las vigas 72_i de soporte horizontales están conectadas a las alas 22_i hacia fuera de la columna 10.

50 La FIG. 11 es una vista en alzado de una columna como se muestra en las FIGS. 1, 2 ó 6, en la que no se muestran hormigón ni acero de refuerzo de hormigón. Esta columna 10 comprende al menos dos nodos 70, 70' de conexión de viga a columna espaciados longitudinalmente, como se muestra en la FIG. 10, para soportar dos pisos sucesivos. Se observará que entre los dos nodos 70, 70' de conexión de viga a columna espaciados longitudinalmente no hay acero estructural que interconecte las secciones 16_i de acero. En otras palabras, entre los dos nodos 70, 70' de conexión espaciados longitudinalmente de la columna 10, las secciones 16_i de acero están interconectadas estructuralmente exclusivamente por el hormigón armado 32.

Si bien la presente invención se ha descrito más específicamente con respecto a una columna de hormigón armado para

ES 2 905 400 T3

un edificio de gran altura, se entenderá que una columna de hormigón armado de acuerdo con la invención también se puede utilizar en estructuras que no son de construcción, tales como p. ej., enormes salones, plataformas, puentes, pilones, etc..

Lista de signos de referencia

- | | | |
|----|-----------------|--|
| 5 | 10 | columna de hormigón armado |
| | 12 | eje central longitudinal de 10 |
| | 14 | superficie de carcasa de 10 |
| | 14 _i | superficies laterales de 14 |
| | 16 _i | sección de acero laminado en caliente |
| 10 | 18 _i | ala hacia dentro de 16 _i |
| | 20 _i | superficie exterior de 18 _i |
| | 22 _i | ala hacia fuera de 16 _i |
| | 24 _i | superficie exterior de 22 _i |
| | 26 _i | alma de 16 _i |
| 15 | 28 | volumen de núcleo central de n lados |
| | 28' | núcleo central de hormigón de n lados (= 28 relleno de hormigón) |
| | 30 | límite exterior de 28 (= superficie perimetral de 28') |
| | 32 | hormigón |
| | 34 | conector de cizalladura |
| 20 | 36 | conector de cizalladura |
| | 38 | conector de cizalladura |
| | 40 42 | barra de refuerzo vertical de jaula de refuerzo exterior |
| | 44 | anillo de refuerzo circular cerrado (barra de refuerzo vertical) |
| | 44' | anillo de refuerzo de forma cuadrada cerrado |
| 25 | 46 | mallado de 40 |
| | 48 | barra de refuerzo continua enrollada helicoidalmente |
| | 50 | jaula de refuerzo interior |
| | 52 | barras de refuerzo verticales |
| | 54 | circular cerrado |
| 30 | 58 | barra de refuerzo continua enrollada helicoidalmente de anillo de refuerzo |
| | 60 70 | conexión de viga a columna de soporte de esquina |
| | 70' | nodo de 10 |
| | 72 _i | viga de soporte horizontal |
| | 74 | acero estructural transversal que interconecta 18 _i |

35

REIVINDICACIONES

1. Una columna (10) de hormigón armado para un edificio de gran altura que comprende:

5 una pluralidad de secciones (16i) de acero laminado en caliente que se extienden longitudinalmente a través de la columna (10) de hormigón, teniendo cada una de estas secciones (16i) de acero un ala (22) hacia fuera con una superficie exterior (24i) girada hacia el exterior en la columna (10) de hormigón, un ala (18i) hacia dentro opuesta con una superficie exterior (20i) girada hacia dentro en la columna (10) de hormigón, y un alma central (26i) que conecta el ala (22i) hacia fuera con el ala (18i) hacia dentro; teniendo dicha columna (10) de hormigón armado un eje longitudinal (12) a lo largo del cual se extienden las secciones (16) de acero, de modo que el eje longitudinal de cada sección de acero es paralelo al eje longitudinal (12) de la columna (10) de hormigón armado,

10 estando caracterizada dicha columna (10) de hormigón armado por que

las secciones (16i) de acero están dispuestas en la columna (10) de hormigón de modo que las superficies exteriores (20i) de sus alas (18i) hacia dentro delimitan en ella un núcleo central (28') de hormigón con n lados laterales y una sección transversal que forma un polígono de n lados, siendo n al menos igual a tres, siendo cada uno de los n lados laterales del núcleo central (28') de hormigón coplanarios con la superficie exterior (20i) del ala (18i) hacia dentro de al menos una sección de acero.
2. La columna (10) de hormigón armado según la reivindicación 1, en la que al menos el 30% de la superficie de cada uno de los n lados laterales del núcleo (28') de hormigón está limitada por la superficie exterior (20i) del ala (18i) hacia dentro de una o más secciones (16i) de acero.
- 20 3. La columna (10) de hormigón armado según la reivindicación 1 ó 2, en la que:

si un lado del núcleo central (28') de hormigón es coplanario con la superficie exterior (20i) del ala (18i) hacia dentro de una sola sección de acero, esta ala (18i) hacia dentro está centrada con relación a la anchura de este lado del núcleo central (28') de hormigón.
4. La columna (10) de hormigón armado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que todas las alas (18i) hacia dentro tienen la misma anchura.
5. La columna (10) de hormigón armado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que todas las secciones (16i) de acero tienen las mismas dimensiones.
6. La columna (10) de hormigón armado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el núcleo central (28') de hormigón tiene una sección transversal que forma un polígono convexo de n lados.
- 30 7. La columna (10) de hormigón armado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el núcleo central (28') de hormigón tiene una sección transversal que forma un polígono regular.
8. La columna (10) de hormigón armado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que los n lados del núcleo central (28) de hormigón tienen todos la misma anchura.
9. La columna (10) de hormigón armado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores que tiene un eje longitudinal (12), en la que si un lado del núcleo central (28') de hormigón es coplanario a la superficie exterior (20i) del ala (18i) hacia dentro de una sola sección de acero, el alma (26i) de la sección de acero correspondiente tiene un plano medio que contiene el eje longitudinal (12) de la columna (10).
- 35 10. La columna (10) de hormigón armado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que las secciones (16i) de acero forman una disposición en la que el eje central longitudinal de la columna es un eje de simetría rotacional.
- 40 11. La columna (10) de hormigón armado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que cada ala (18i) hacia dentro comprende una multitud de conectores de cizalladura que penetran en el núcleo central (28') de hormigón.
12. La columna (10) de hormigón armado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que cada una de las secciones (16i) de acero comprende una multitud de conectores de cizalladura que penetran en el hormigón entre sus alas (22i) y (18i) hacia fuera y hacia dentro y/o en el hormigón que rodea la superficie exterior (20i) de su ala (22i) hacia fuera.
- 45 13. La columna (10) de hormigón armado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo el hormigón barras (42, 52, 48, 58) de refuerzo longitudinales y/o transversales.
14. La columna (10) de hormigón armado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el hormigón comprende una jaula (40) de refuerzo exterior formada por barras (42, 52, 48, 58) de refuerzo longitudinales y transversales y que encierra la disposición de secciones (16i) de acero.
- 50

15. La columna (10) de hormigón armado según la reivindicación 14, en la que la jaula (40) de refuerzo exterior comprende una multitud de anillos (44, 54) de barras de refuerzo circulares cerrados conectados a las barras (42, 52) de refuerzo longitudinales.
- 5 16. La columna (10) de hormigón armado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el hormigón comprende una jaula (50) de refuerzo interior dispuesta entre las alas (22i) exteriores y las alas (18i) hacia dentro para encerrar el núcleo central (28') de hormigón.
17. La columna (10) de hormigón armado según la reivindicación 16, en la que la jaula (50) de refuerzo interior comprende una multitud de anillos (44, 54) de barras de refuerzo circulares cerrados que pasan a través de orificios en las almas (26i) de las secciones (16i) de acero.
- 10 18. La columna (10) de hormigón armado según la reivindicación 16, en la que la jaula (50) de refuerzo interior comprende una jaula que comprende segmentos en forma de arco de anillos de barras de refuerzo soldados con sus extremos a las almas (26i) de las secciones (16i) de acero.
19. La columna (10) de hormigón armado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además:
- 15 al menos dos nodos (70, 70') de conexión de viga a columna espaciados longitudinalmente para conectar a ellos vigas de soporte de carga,
- en la que, entre dos nodos de conexión de viga a columna sucesivos, no hay acero estructural que interconecte las secciones (16i) de acero.
20. La columna (10) de hormigón armado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende al menos un elemento de conexión de viga a columna en el ala (22) hacia fuera de al menos una sección de acero.
- 20 21. La columna (10) de hormigón armado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores que tiene una sección transversal redonda u ovalada o generalmente curvilínea.
22. La columna (10) de hormigón armado según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 18 que tiene una sección transversal poligonal.
23. La columna (10) de hormigón armado según la reivindicación 22, que tiene una sección transversal poligonal de 2n lados.
- 25 24. Una estructura de acero para una columna (10) de hormigón armado para un edificio de gran altura según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 23 que comprende:
- 30 una pluralidad de secciones (16i) de acero laminado en caliente dispuestas para extenderse longitudinalmente a través de la estructura de acero, de modo que en la columna (10) de hormigón armado el eje longitudinal (12) de cada sección de acero es paralelo al eje longitudinal (12) de la columna (10) de hormigón armado, teniendo cada una de estas secciones (16i) de acero un ala (22i) hacia fuera con una superficie exterior (24i) girada hacia el exterior en la estructura de acero, un ala (18i) hacia dentro opuesta con una superficie exterior (20i) girada hacia dentro en la estructura de acero, y un alma (26i) que conecta el ala (22i) hacia fuera con el ala (18i) hacia dentro;
- 35 barras de refuerzo longitudinales y/o transversales; estando caracterizada dicha estructura de acero por que las secciones (16i) de acero están dispuestas de modo que:
- 40 las superficies exteriores (20i) de sus alas (18i) hacia dentro delimitan un volumen de núcleo central con n lados laterales y una sección transversal que forma un polígono de n lados, siendo n al menos igual a tres; siendo coplanario cada uno de los n lados laterales del volumen del núcleo central con la superficie exterior (20i) del ala (18i) hacia dentro de al menos una sección de acero, y el volumen (28) del núcleo central se puede rellenar con hormigón para formar el núcleo central (28') de hormigón de la columna (10) de hormigón armado.
25. La estructura de acero según la reivindicación 24, que comprende además:
- al menos dos nodos de conexión de viga a columna espaciados longitudinalmente para conectar a ellos las vigas de soporte,
- 45 en la que entre dos nodos de conexión de viga a columna sucesivos, no hay acero estructural que interconecte las secciones (16i) de acero.
26. Un edificio de gran altura que comprende al menos una columna (10) de hormigón armado según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 23.
27. El edificio de gran altura según la reivindicación 26 que comprende al menos dos pisos sucesivos soportados por la

ES 2 905 400 T3

columna (10) de hormigón armado en dos nodos de conexión de viga a columna sucesivos de la columna (10) de hormigón armado, en el que:

en cada uno de estos nodos de conexión de viga a columna, las secciones (16_i) de acero están interconectadas estructuralmente por medio de acero estructural; y

5 entre dos nodos de conexión sucesivos, no hay acero estructural que interconecte las secciones (16_i) de acero.

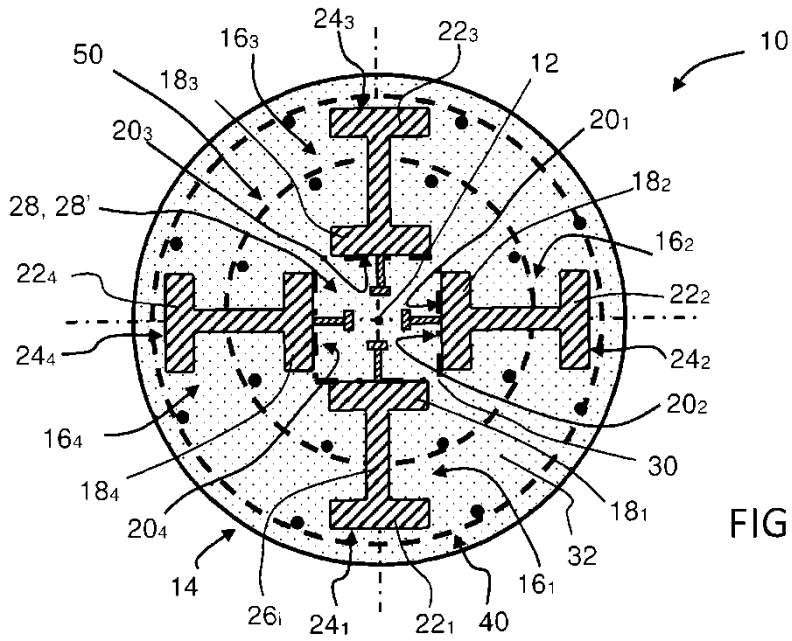


FIG. 1

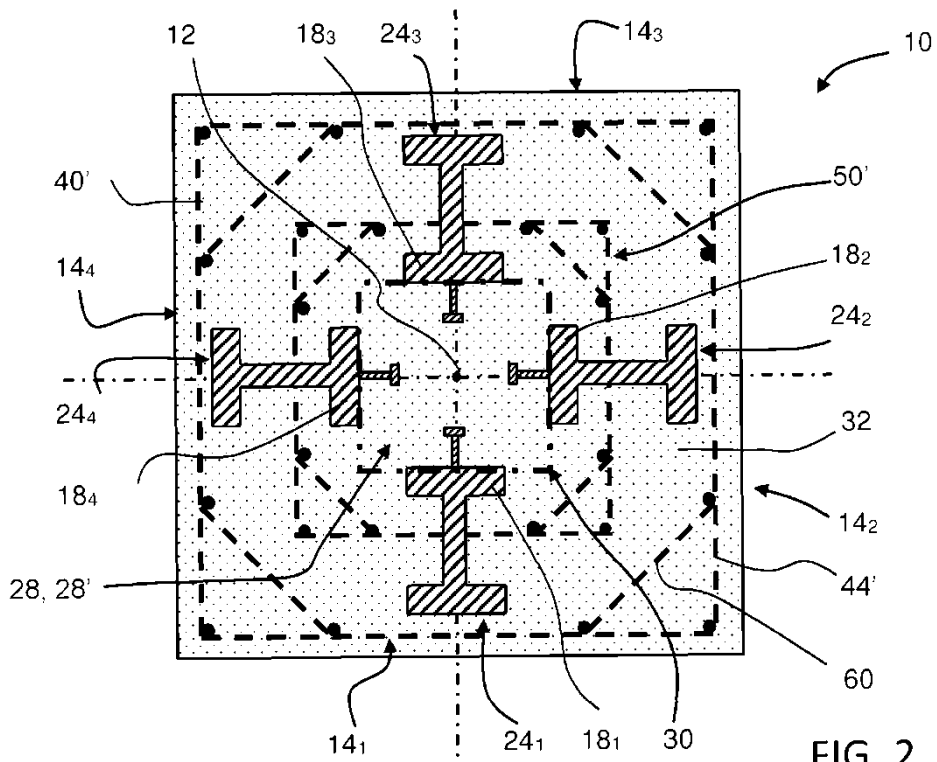


FIG. 2

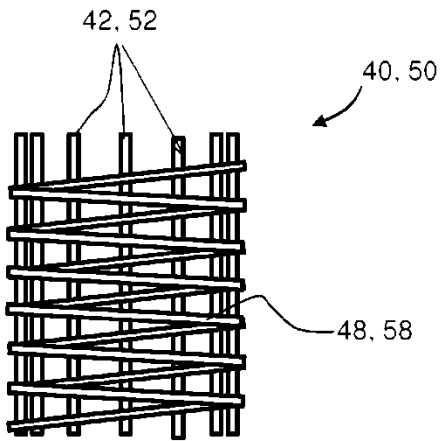


FIG. 3A

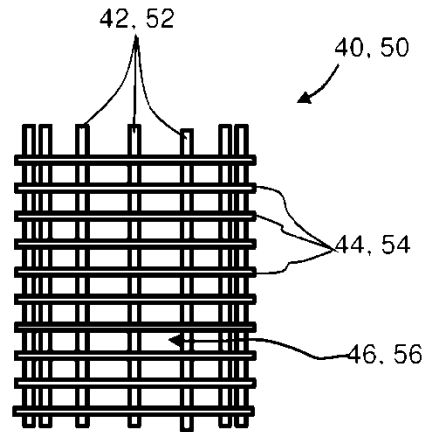


FIG. 4A

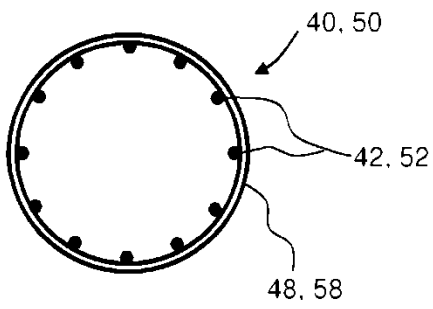


FIG. 3B

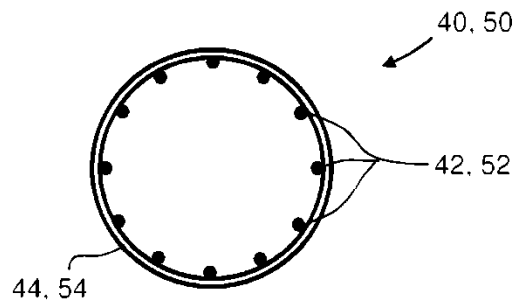


FIG. 4B

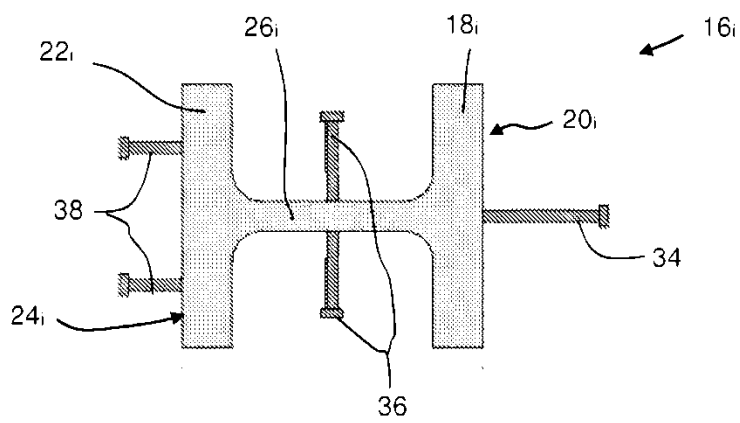


FIG. 5

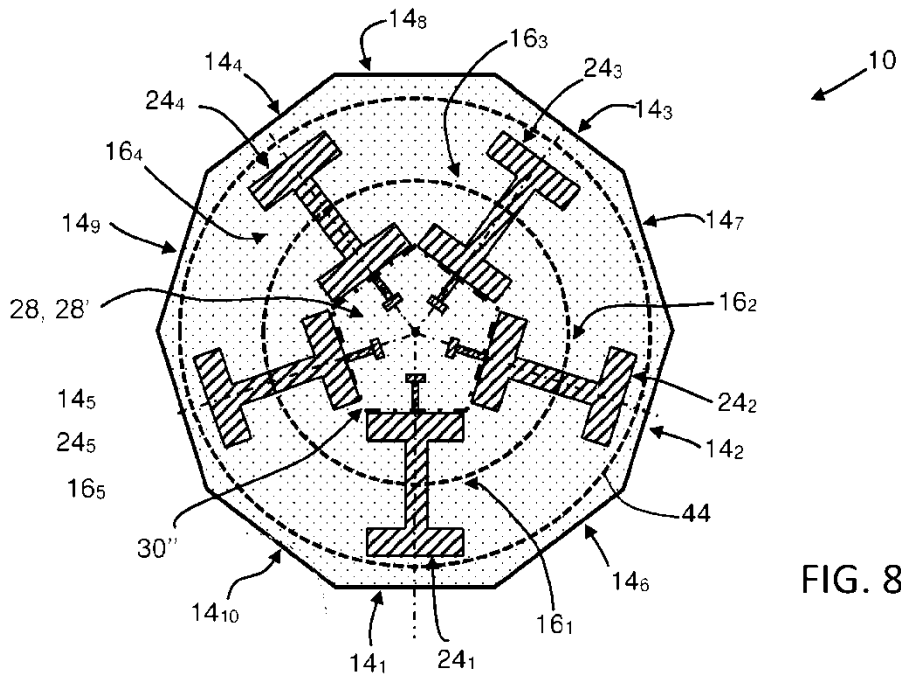


FIG. 8

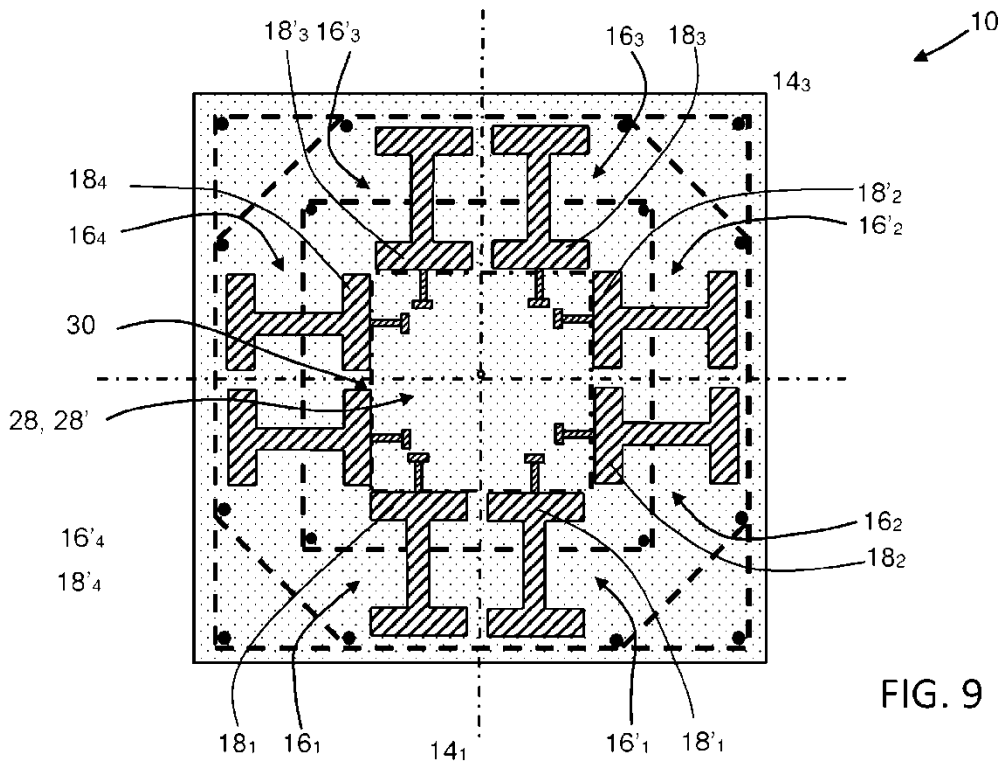


FIG. 9

FIG. 10

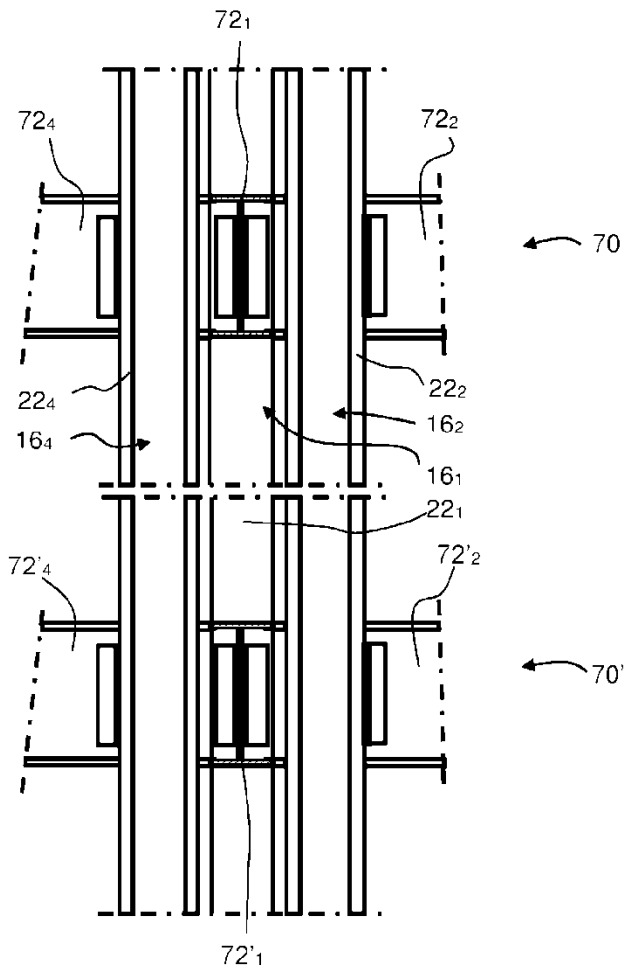
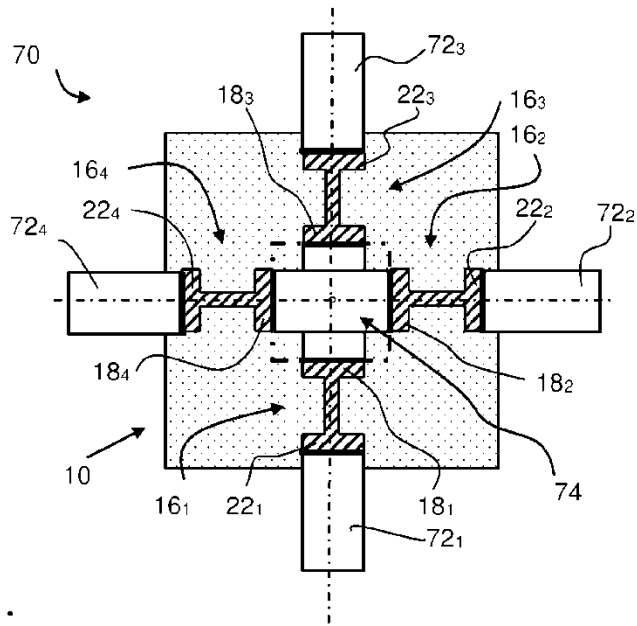


FIG. 11