

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 558 585**

51 Int. Cl.:

E04B 1/98 (2006.01)
E04H 9/02 (2006.01)
F16F 15/02 (2006.01)
E04B 5/00 (2006.01)
F16F 1/40 (2006.01)
F16F 1/50 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.06.2006 E 06761059 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.10.2015 EP 1948878**

54 Título: **Estructura con amortiguación mejorada por medio de amortiguadores con configuración de horquilla**

30 Prioridad:

26.10.2005 CA 2524547

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

05.02.2016

73 Titular/es:

**THE GOVERNING COUNCIL OF THE UNIVERSITY OF TORONTO (50.0%)
MaRS Centre, Heritage Building 101 College Street, Suite 320
Toronto, Ontario M5G 1L7, CA y
CHRISTOPOULOS, CONSTANTIN (50.0%)**

72 Inventor/es:

**CHRISTOPOULOS, CONSTANTIN;
MONTGOMERY, MICHAEL;
SMITH, SEAN;
KOKAI, TIBOR;
HASAN, AGHA;
BENTZ, EVAN y
COLLINS, MICHAEL**

74 Agente/Representante:

TORNER LASALLE, Elisabet

ES 2 558 585 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Estructura con amortiguación mejorada por medio de amortiguadores con configuración de horquilla

Campo de la invención

5 La presente invención versa acerca del campo de sistemas de amortiguación para edificios, puentes y otras estructuras. En particular, versa acerca de un amortiguador de nueva configuración, para interconectar dos elementos de una estructura que experimentan movimientos y deformaciones relativos, que aumenta el nivel de amortiguación cuando se somete a toda la estructura a una condición de carga. El amortiguador de nueva configuración ayuda a controlar desplazamientos, velocidades y aceleraciones bajo una carga dinámica en sistemas estructurales.

10 Antecedentes de la invención

Los edificios modernos, que utilizan componentes típicos de construcción tales como muros de carga de hormigón armado, estructuras atirantadas de acero estructural, estructuras resistentes al momento de acero estructural u hormigón armado o combinaciones de los mismos, tienen propiedades inherentes de baja amortiguación. Debido a esta baja amortiguación inherente, los rascacielos, en particular, tienden a ser susceptibles a vibraciones excesivas causadas por las cargas dinámicas. Las aceleraciones y las velocidades torsionales excesivas pueden provocar un malestar para los ocupantes, mientras que los desplazamientos excesivos pueden causar daños a elementos estructurales y no estructurales. Por esta razón, es ventajoso proporcionar fuentes adicionales de amortiguación para controlar estas vibraciones excesivas y reducir la respuesta general del edificio a cargas dinámicas.

20 Los sistemas disponibles en la actualidad para controlar los desplazamientos, las velocidades y las aceleraciones en tales estructuras consisten en sistemas pasivos tales como amortiguadores suplementarios y amortiguadores de vibraciones al igual que sistemas activos.

25 En la actualidad se utilizan amortiguadores suplementarios pasivos tales como amortiguadores por histéresis, de líquido viscoso y viscoelástico en configuraciones atirantadas típicas y son activados bajo deformaciones axiales. Aunque esto puede ser eficaz para añadir amortiguación a algunas configuraciones estructurales, cuando se encuentran bajo esta configuración atirantada típica, los elementos de tirantes experimentan deformaciones axiales significativas, son menos eficaces para otros sistemas estructurales, tales como rascacielos en los que el modo principal de deformación lateral no provoca una deformación axial suficiente en elementos atirantados típicos para accionar tales amortiguadores. Para aumentar las deformaciones hasta un grado suficiente para activar los amortiguadores, se utilizan configuraciones especiales que utilizan tirantes acodados o de tipo tijera para amplificar los desplazamientos.

30 También se utilizan amortiguadores de vibraciones, tales como amortiguadores de masa sintonizada (AMS) y amortiguadores de líquido sintonizado (ALS) para reducir las desviaciones, las velocidades y las aceleraciones de tales estructuras. Normalmente consisten en un sistema mecánico vibratorio instalado en la planta superior de los edificios para maximizar su eficacia. Esto tiene la desventaja de que utiliza parte del bien inmueble más valioso del edificio, además de ser caro de diseñar y de construir. También actúan en un intervalo de frecuencia limitado dado que deben estar sintonizados en un único modo de vibración.

Los sistemas activos requieren una fuente externa de alimentación, una fuerza de accionamiento y grandes sistemas de soporte físico y de soporte lógico de control. Como resultado, son caros de diseñar y de implementar, y son susceptibles a cortes de electricidad o a fallos del sistema de control.

40 El documento JP 2003-239220 considera cómo proporcionar una estructura elevada de control de vibraciones con capacidad para utilizar de forma eficaz un espacio entre columnas, constituyendo la estructura elevada de forma que tenga una estructura de control de las vibraciones por medio de un amortiguador de control de las vibraciones y eliminar tal condición de que el espacio bajo una estructura elevada esté ocupado con un amortiguador de control de las vibraciones. La estructura elevada de control de las vibraciones está dotada de amortiguadores de control de las vibraciones entre columnas situados en la dirección que no se cruza con la estructura elevada en la estructura elevada que soporta una estructura por medio de una pluralidad de columnas, y el amortiguador de control de las vibraciones está constituido rellenando un cuerpo viscoelástico entre al menos dos láminas de planchas de acero y puesto en una viga intermedia o instalado en la posición próxima a un capitel.

50 El documento JP H11-153194 considera cómo proporcionar un miembro de amortiguación que tiene un efecto de reducción de las vibraciones contra terremotos grandes, medianos y pequeños y viento intenso al igual que un coste reducido. Se rellena con un material de amortiguación una circunferencia de un miembro tensor axial central fabricado de acero, se cubre el exterior del material de amortiguación con un primer miembro de prevención de deformaciones fabricado de acero; además, se rellena con el material de amortiguación el exterior del primer miembro de prevención de deformaciones fabricado de acero, se cubre el exterior del material de amortiguación con un segundo miembro de prevención de deformaciones fabricado de acero, se fijan un extremo del primer miembro de prevención de deformaciones fabricado de acero y un extremo del miembro tensor axial central fabricado de

acero, se fijan un extremo del segundo miembro de prevención de deformaciones fabricado de acero y el otro extremo del miembro tensor central fabricado de acero, y se los obliga a hacer un contacto viscoelástico entre sí el primer miembro de prevención de deformaciones fabricado de acero y el segundo miembro de prevención de deformaciones fabricado de acero mediante el material de amortiguación.

5 Sumario de la invención

Un objeto de la presente invención es proporcionar un nuevo sistema de amortiguación para estructuras que supere al menos una de las desventajas de los sistemas existentes. En particular, un objeto de la invención es que el sistema de amortiguación proporcione una amortiguación adicional a una estructura.

10 La presente invención proporciona, desde un aspecto, una estructura con una mayor amortiguación según la reivindicación 1. Se interpone material disipador de energía entre los miembros de los conjuntos respectivos de placas. Se conocen en la técnica materiales adecuados de disipación de energía e incluyen materiales con suficiente resistencia para soportar una deformación lateral que se produzca en la estructura, sin desgarros ni que se deformen permanentemente de otro modo, mientras que tienen la capacidad de disipar la energía absorbida de la deformación lateral. Cuando los dos muros se mueven uno con respecto al otro, por ejemplo, cuando hay mucho viento, se amortigua una deformación relativa en el plano, en ambas direcciones ortogonales, de los muros mediante la activación del material disipador de energía entre los conjuntos de placas como consecuencia del desplazamiento relativo mutuo de las placas.

20 Preferentemente, los dos conjuntos de placas comprenden una pluralidad de placas separadas sustancialmente paralelas, estando entrelazadas las placas del primer conjunto con las placas del segundo conjunto. También preferentemente, los conjuntos de placas están fijados en los dos extremos opuestos de dos elementos distintos de resistencia de cargas laterales (muros de carga, tirantes o columnas de acero que forman parte de estructuras resistentes al momento) ubicados en el mismo plano en ciertos niveles de la estructura. Se pueden utilizar elementos de extensión en cualquier extremo, o en ambos, del amortiguador para extender su longitud para acomodar la distancia entre los elementos de resistencia a las cargas laterales.

25 Serán evidentes otras ventajas y características adicionales de la invención para los expertos en la técnica a partir de la siguiente descripción detallada de la misma, tomada junto con los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

Se describirá ahora la invención con más detalle, únicamente a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que los números similares hacen referencia a elementos similares, en los que:

30 La Figura 1A es una vista lateral de un muro de carga acoplado en un edificio típico;

la Figura 1B es una vista lateral de una estructura atirantada de acero estructural en un edificio típico;

35 la Figura 1C es una vista lateral de una estructura resistente al momento de acero estructural u hormigón armado en un edificio típico;

la Figura 1D es una vista lateral de una combinación de sistemas resistentes a cargas laterales, de una estructura atirantada de acero estructural y de un muro de carga de hormigón armado en un edificio típico;

40 la Figura 2A es una vista lateral de dos muros de carga en un rascacielos con la presente invención divulgada acoplada entre muros;

45 la Figura 2B es una vista lateral de una estructura atirantada de acero estructural en un rascacielos con la presente invención divulgada acoplada entre estructuras atirantadas;

la Figura 2C es una vista lateral de una estructura resistente al momento de acero estructural u hormigón armado en un rascacielos con una realización de la presente invención divulgada acoplada entre estructuras resistentes al momento;

50 la Figura 2D es una vista lateral de una combinación de sistemas de resistencia a cargas laterales, de una estructura atirantada de acero estructural acoplada a un muro de carga de hormigón armado en un rascacielos con una realización de la presente invención divulgada acoplada entre la estructura atirantada de acero y el muro de carga de hormigón;

55 la Figura 3 es una serie de vistas (ortogonal, fragmentaria, en planta y lateral en alzado) de una configuración de la invención que comprende cuatro placas de acero acopladas a cinco placas de acero y cuatro capas de material de amortiguación elevada intercaladas entre las mismas;

la Figura 4 es un par de vistas (ortogonal y en planta) de una configuración alternativa del material disipador de energía con un sistema propuesto de anclaje y un ejemplo de la configuración de la zona de acoplamiento, con el amortiguador acoplado entre dos muros de carga;

5 la Figura 5 es un par de vistas (ortogonal y en planta) de una realización de la invención en la que se utilizan miembros opcionales de extensión para configurar el sistema de amortiguación que ha de ser acoplado entre dos muros de carga; y

10 la Figura 6 es una vista ortogonal de dos muros de carga sometidos a una deformación con la presente invención divulgada acoplada entre los muros.

Descripción detallada de las realizaciones preferentes

15 Con referencia ahora a las Figuras 1A - 1D, se muestran ejemplos del presente estado de la técnica para la construcción de rascacielos y edificios de altura media, en concreto que utilizan muros 110 de carga de hormigón armado (Fig. 1A), estructuras atirantadas 120 de acero estructural (Fig. 1B), estructuras 130 resistentes al momento de acero estructural u hormigón armado (Fig. 1C) y combinaciones 140 de los mismos (Fig. 1D). Cuando un edificio es sometido a cargas sísmicas o debidas al viento, se deforman las vigas (116, 128, 134, 144) de acoplamiento o los tirantes laterales (126, 148), sin proporcionar ninguna amortiguación significativa.

20 Con referencia a la Figura 1A, una estructura 110 que utiliza muros 114 de carga de hormigón armado tiene vigas 116 de acoplamiento de hormigón ubicadas en las aberturas 112 entre los muros 114 de carga. De forma similar, una estructura 120 que utiliza columnas 124 y tirantes 126 de acero, según se muestra en la Figura 1B, tiene vigas 128 de acoplamiento de acero ubicadas en las aberturas 122 entre las columnas 124. En la Figura 1C, se muestra una estructura alternativa 130 de acero, que solo consiste en columnas 132 y vigas 134 de acoplamiento en las aberturas 136. La última estructura mostrada en la Figura 1D es una estructura 140 de combinación, con muros 142 de carga de hormigón y columnas 150 y tirantes 148 de acero separados por una abertura 146 y unidos por medio de vigas 144 de acoplamiento.

25 En las Figuras 2A - 2D, el sistema de amortiguación o el amortiguador de una realización de la invención, designado 10 en general, descrito en la presente memoria sustituye uno o más de los elementos laterales atirantados (126, 148) o de las vigas (116, 128, 134, 144) de acoplamiento de las estructuras mostradas en las Figuras 1A - 1D. No hay ninguna pérdida de espacio interior al hacerlo, dado que el amortiguador 10 solo sustituye las vigas de acoplamiento o el atirantamiento lateral y cabe en el área ocupada de otra forma por las vigas de acoplamiento o el atirantamiento lateral. Al hacerlo, cuando el edificio es sometido a cargas dinámicas sísmicas o debidas al viento, se deforma el amortiguador 10 y proporciona una amortiguación suplementaria al sistema.

30 Con referencia diversa a las Figuras 3-5, el sistema 10 de amortiguación está constituido por un primer conjunto de placas 310 de acero interdigitado con un segundo conjunto de una o más placas similares 312 de acero y acoplado al mismo por medio de capas interpuestas de material disipador 320 de energía adheridas firmemente a los mismos por medio de capas de adhesivo. Los extremos de los dos conjuntos de placas opuestos a los extremos acoplados están acoplados estructuralmente con un par de elementos adyacentes 330 de resistencia a las cargas laterales; es decir, muros de carga de hormigón, encastrando los extremos en los mismos o atornillando los extremos a los muros de manera firme. Las placas 310, 312 son suficientemente rígidas para proporcionar la integridad estructural necesaria al edificio y para seguir el movimiento de los elementos 330 de resistencia a las cargas laterales, acentuando, de esta manera, el movimiento diferencial entre los dos extremos de los elementos 330 de resistencia a las cargas laterales, que a su vez corta el material disipador 320 de energía entre los dos conjuntos de placas 310, 312. La Figura 3 da a conocer un ejemplo de una configuración del sistema de amortiguación que comprende cuatro placas 310 conectadas a cinco placas 312. Las cuatro placas 310 están acopladas a las cinco placas 312 por medio de discos de material disipador 320 de energía. Hay ocho capas de material disipador 320 de energía que experimentan deformaciones por esfuerzo cortante cuando los elementos 330 de resistencia a las cargas laterales a los que están fijadas experimentan deformaciones laterales.

35 El material disipador 320 de energía utilizado es un caucho de alta amortiguación o un material viscoelástico de alta amortiguación o cualquier otro material con capacidad de disipar energía (bien dependiente del desplazamiento o bien dependiente de la velocidad).

40 La Figura 4 da a conocer otro ejemplo de un sistema 10 de amortiguación según la invención y comprende un primer conjunto de cuatro placas 410 conectado como en la Figura 3 a un segundo conjunto de cinco placas 412 por medio de secciones mayores de forma rectangular de material disipador 420 de energía. Se pueden utilizar variaciones en el número de placas utilizadas, y de la longitud, la anchura, el grosor y la forma del material disipador de energía para adaptar el sistema de amortiguación a la aplicación particular para maximizar su efecto de amortiguación. Además, la Figura 4 da a conocer un sistema 414 de anclaje en un extremo de las placas 412 para anclar el sistema 10 de amortiguación a los elementos 430 de resistencia a las cargas laterales.

45 La Figura 5 da a conocer una configuración del sistema 10 de amortiguación en la que la porción disipadora de energía del amortiguador 510 está construida por separado y luego conectada a elementos rígidos 520 de extensión,

que, a su vez están configurados para estar acoplados estructuralmente con los elementos 530 de resistencia a las cargas laterales en un momento posterior, por ejemplo en una obra. En la configuración mostrada, las placas están unidas entre sí en conjuntos para acoplarse a los elementos rígidos de extensión.

5 La Figura 6 da a conocer una estructura 610 que experimenta una deformación lateral. Las vigas 616 de acoplamiento que conectan los muros 614 de carga se deforman, al igual que el sistema 10 de amortiguación.

Las realizaciones preferentes de la invención utilizan, de esta manera, las deformaciones relativas en el plano, en ambas direcciones ortogonales, entre dos o más elementos estructurales de resistencia a las cargas laterales, con independencia de su composición, para proporcionar una amortiguación adicional.

10 Permiten que un sistema de amortiguación sea relativamente económico, en comparación con los sistemas actuales de amortiguación.

Las realizaciones preferentes proporcionan, además, un sistema de amortiguación con capacidad de ser instalado sin cambios significativos a la configuración arquitectónica y estructural de la estructura del edificio en la que va a ser instalado, y un sistema que se construye fácilmente y proporciona una sustitución sencilla para los sistemas convencionales de amortiguación.

15 Aunque la realización de la invención descrita en la presente memoria se refiere a edificios sometidos a cargas laterales tales como cargas debidas al viento, cargas sísmicas, y cargas por explosión, serán evidentes para los expertos en la técnica otras aplicaciones útiles de la presente invención, incluyendo, sin limitación, otras estructuras.

20 Esto concluye la descripción de una realización actualmente preferida de la invención. Se ha presentado la anterior descripción con un fin ilustrativo y no se pretende que sea exhaustiva ni que limite la invención a la forma precisa divulgada. Son posibles muchas modificaciones y variaciones teniendo en cuenta la anterior enseñanza y serán evidentes para los expertos en la técnica. Por ejemplo, aunque se ha descrito que las placas que constituyen los conjuntos primero y segundo están fabricadas de acero, se podría utilizar cualquier material suficientemente rígido para proporcionar la integridad estructural necesaria al edificio y para seguir el movimiento de los elementos de resistencia a las cargas laterales tales como muros o vigas, tales como otros metales y aleaciones, materiales compuestos reforzados con resina de alta resistencia y similares. Además, se puede escoger el material disipador de energía de una amplia variedad de materiales, tales como caucho natural o sintético (SBR, polibutadieno, poliisopreno, butilo, etc.), elección que se encuentra dentro de la competencia de la técnica. El alcance de la invención no está limitado por la presente descripción sino por las siguientes reivindicaciones.

30

REIVINDICACIONES

1. Una estructura con una mayor amortiguación, que comprende:
un primer elemento estructural (330) de resistencia a las cargas laterales;
- 5 un segundo elemento estructural de resistencia a las cargas laterales ubicado adyacente al primer elemento estructural (330) de resistencia a las cargas laterales;
- 10 al menos un sistema (10) de amortiguación ubicado entre el primer elemento estructural de resistencia a las cargas laterales y el segundo elemento estructural de resistencia a las cargas laterales, y que sustituye a una viga de acoplamiento utilizada, de lo contrario, para conectar el primer elemento estructural de resistencia a las cargas laterales y el segundo elemento estructural de resistencia a las cargas laterales, incluyendo dicho sistema de amortiguación:
- 15 un primer conjunto de placas (310) que tiene un primer extremo encastrado en dicho primer elemento estructural de resistencia a las cargas laterales dentro de dicha estructura; en el que dicho primer elemento estructural de resistencia a las cargas laterales comprende un muro de carga de hormigón;
- 20 un segundo conjunto de placas (312) que tiene un segundo extremo encastrado en dicho segundo elemento estructural de resistencia a las cargas laterales dentro de dicha estructura,
- 20 y medios de acoplamiento eficaces para acoplar dicho primer conjunto de placas a dicho segundo conjunto de placas, comprendiendo los medios de acoplamiento un material disipador (320) de energía.
2. La estructura de la reivindicación 1, en la que dicha estructura incluye al menos un referido sistema de amortiguación por planta de dicha estructura.
- 25 3. La estructura de la reivindicación 1, en la que el segundo elemento estructural de resistencia a las cargas laterales es una columna (150) de acero y el primer elemento estructural de resistencia a las cargas laterales es un muro (142) de carga de hormigón.
- 30 4. La estructura de la reivindicación 1, en la que el primer elemento de resistencia a las cargas laterales es un primer muro (614) de carga y el segundo elemento de resistencia a las cargas laterales es un segundo muro (614) de carga.

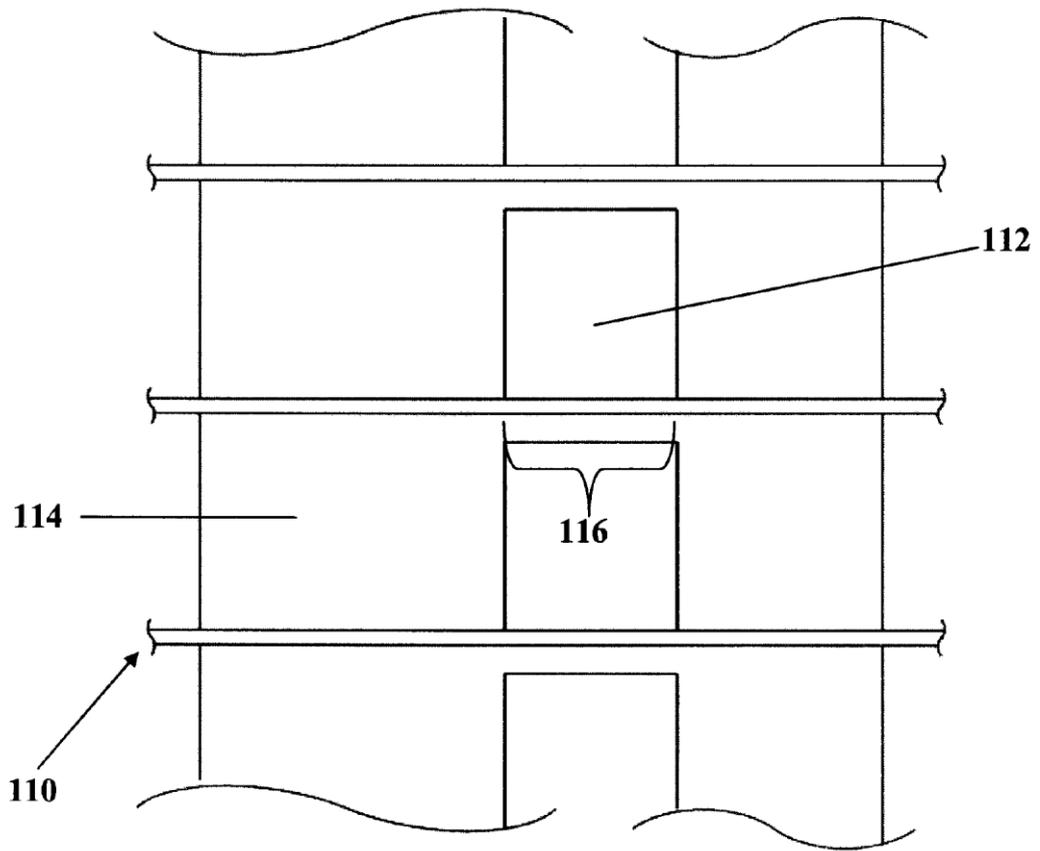


FIGURA 1A

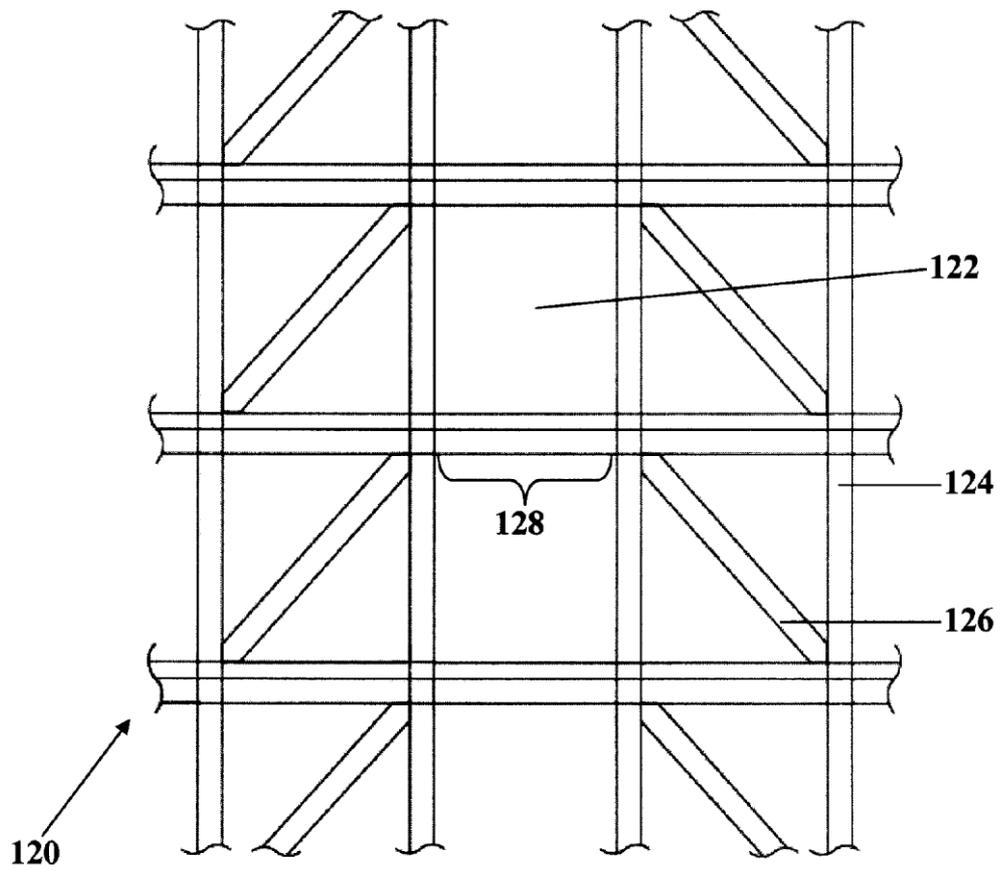


FIGURA 1B

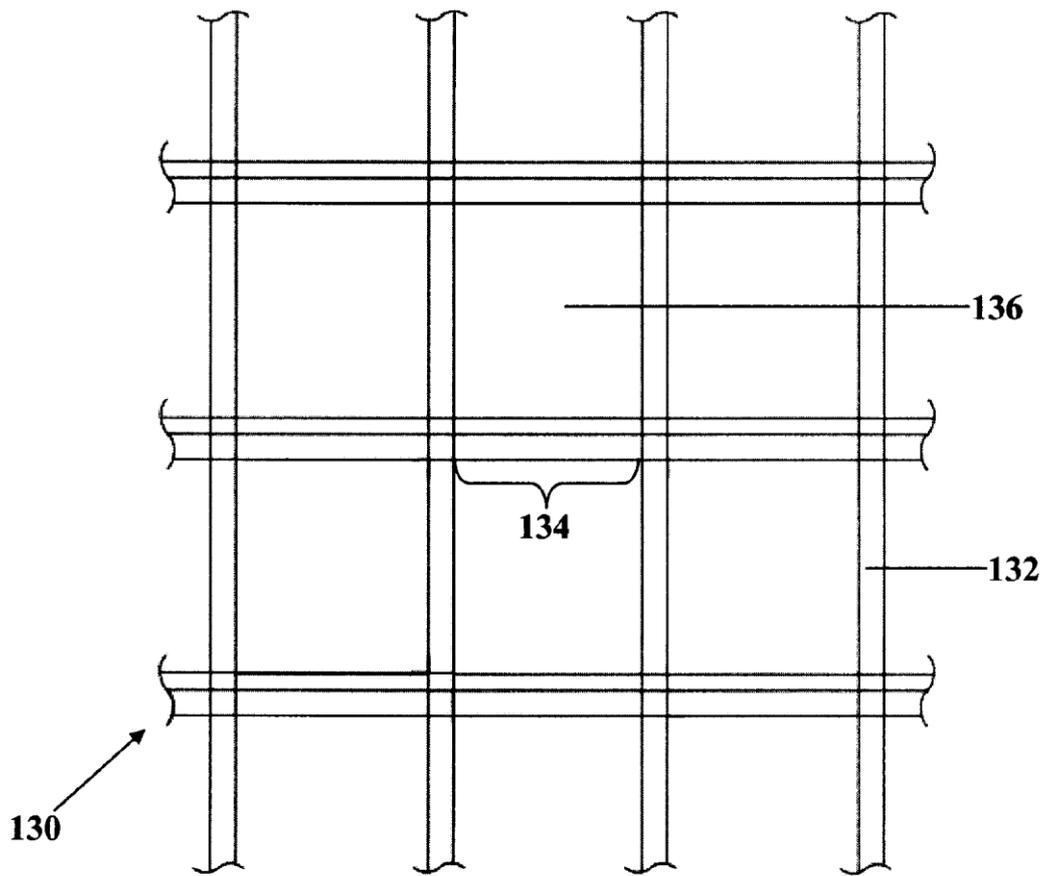


FIGURA 1C

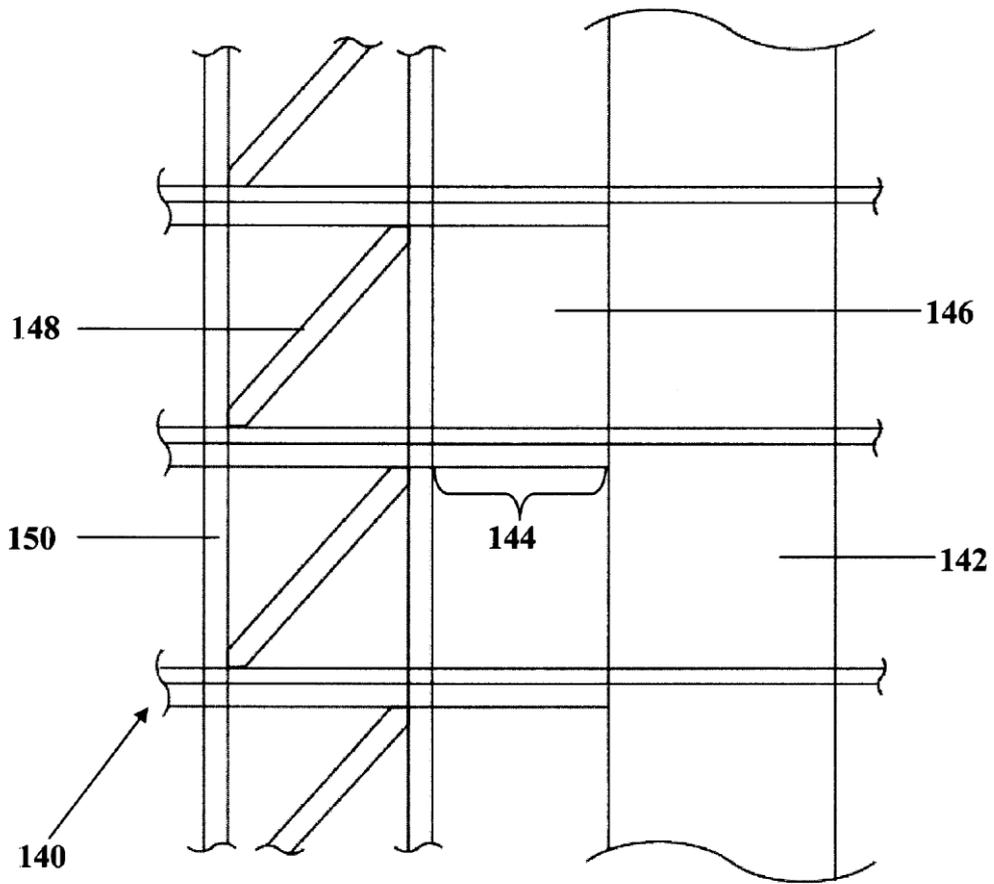


FIGURA 1D

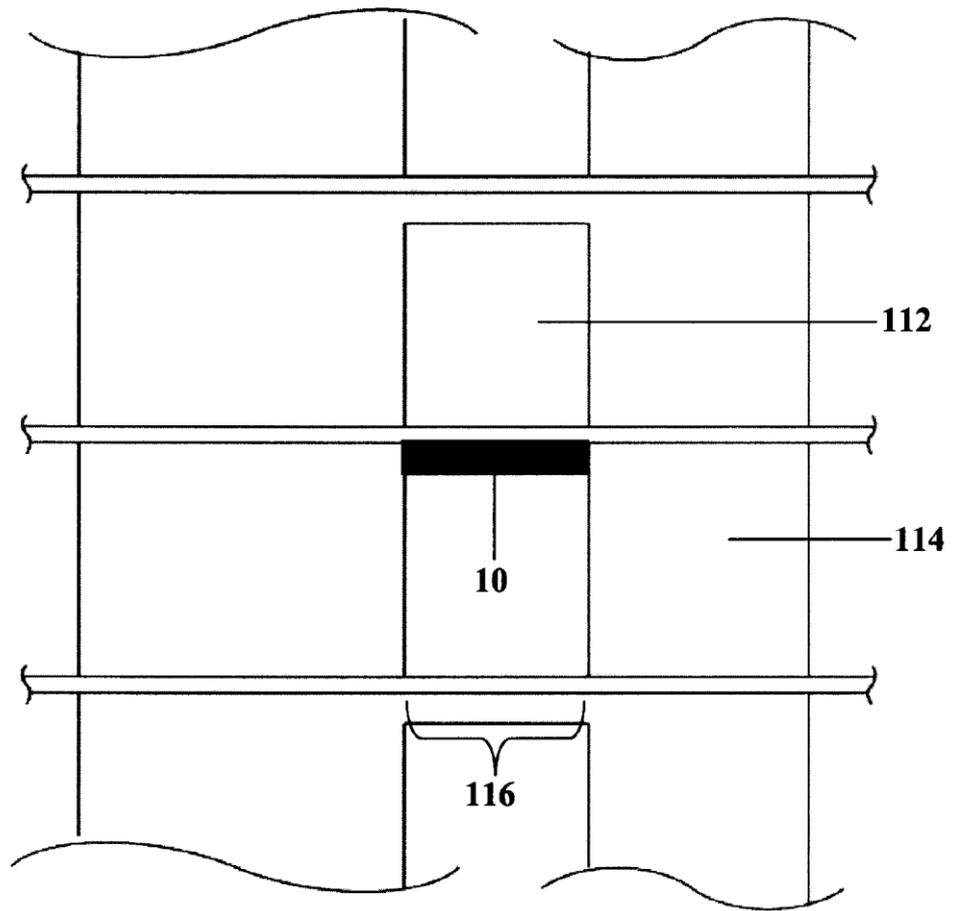


FIGURA 2A

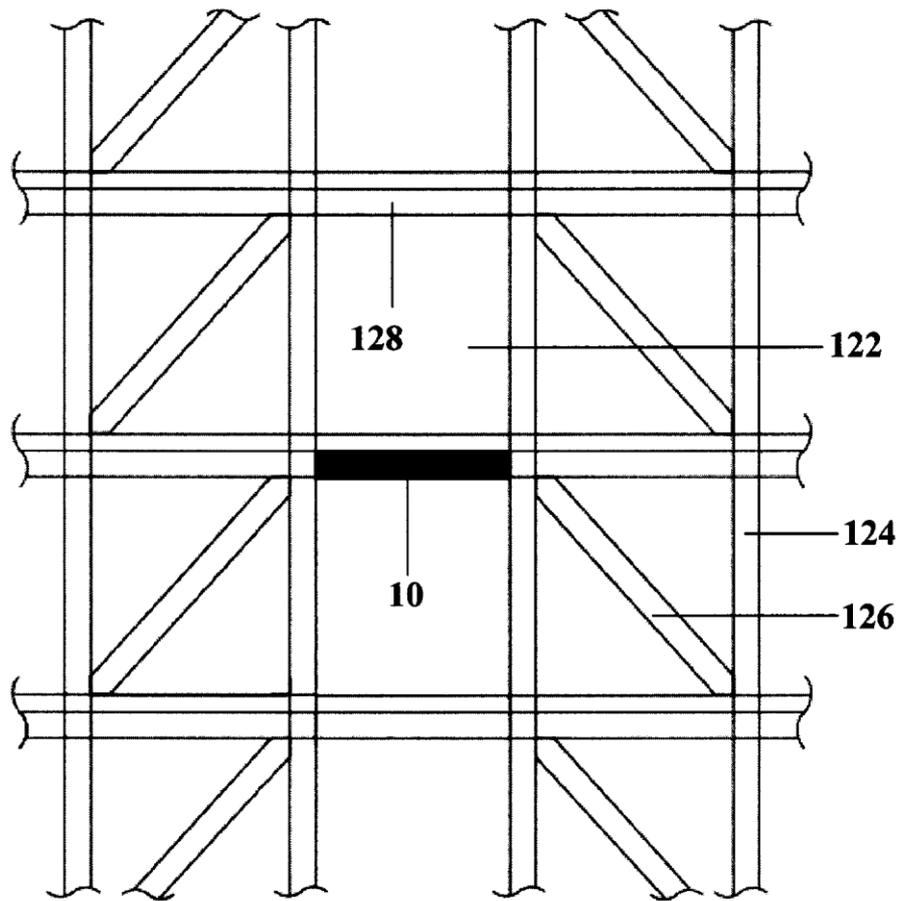


FIGURA 2B

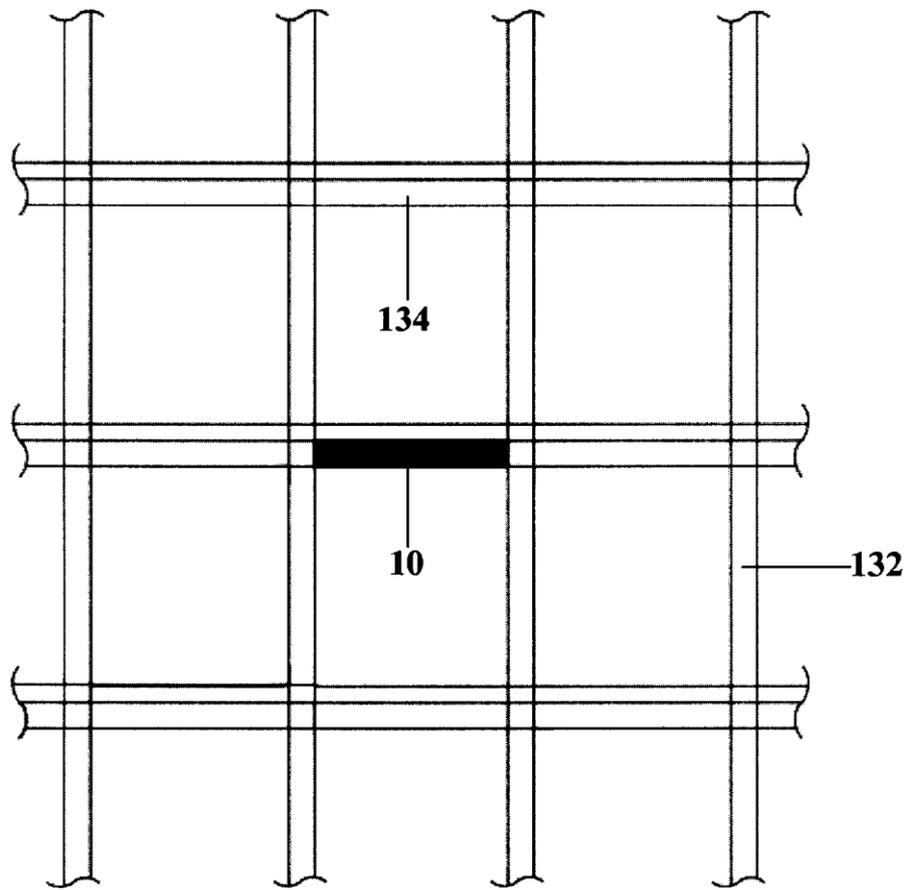


FIGURA 2C

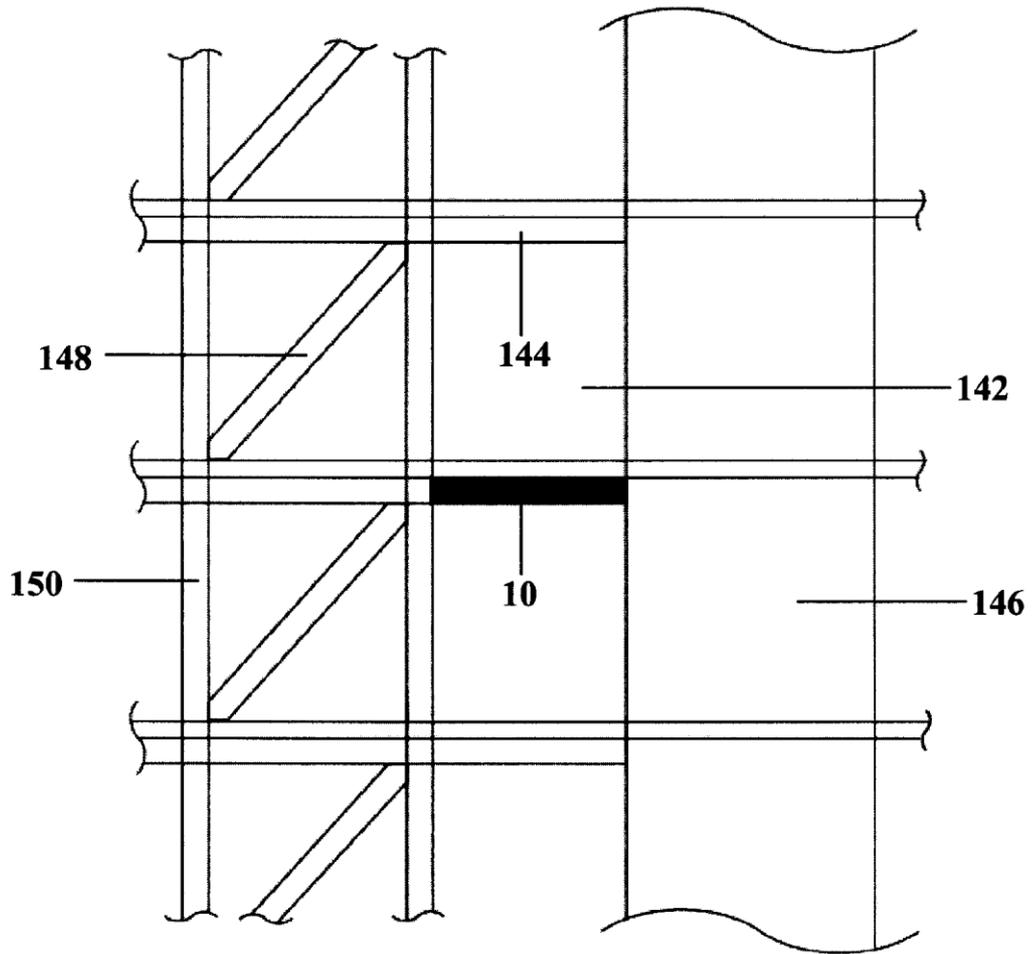


FIGURA 2D

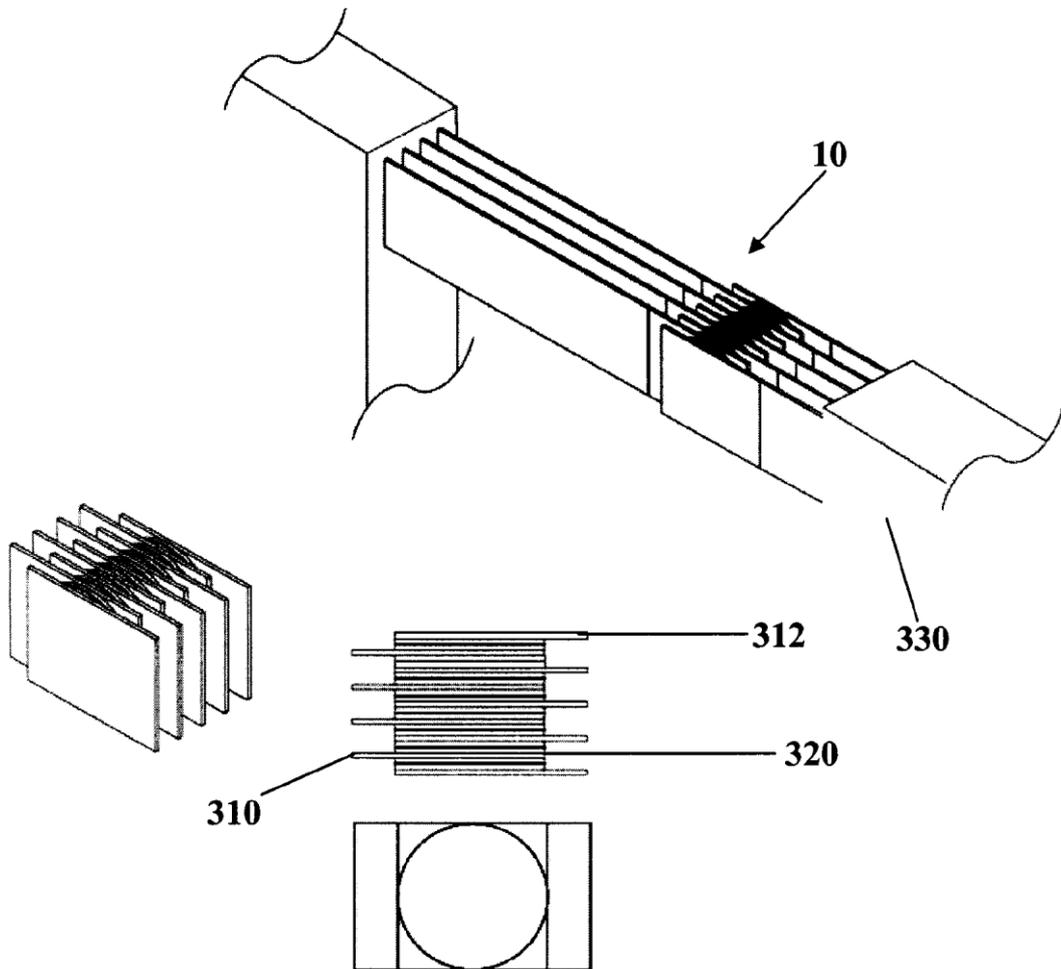


FIGURA 3

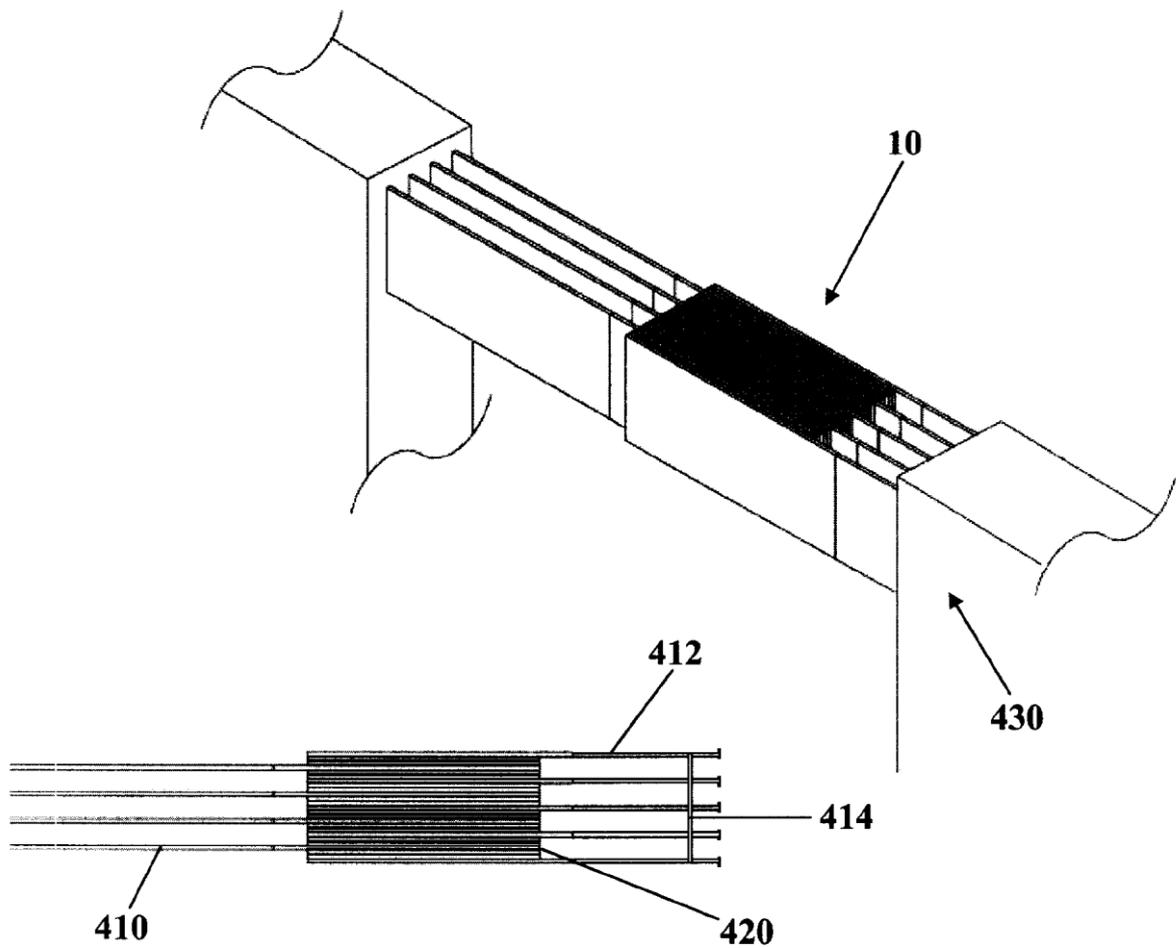


FIGURA 4

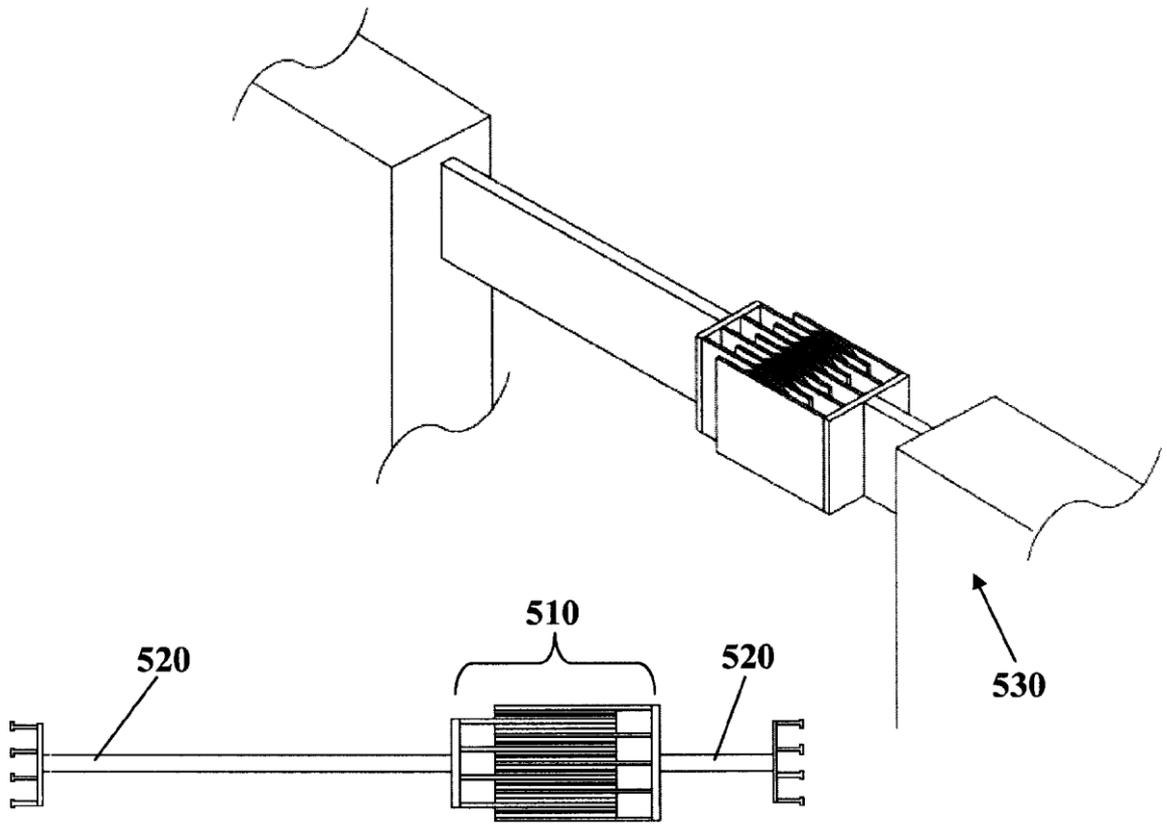


FIGURA 5

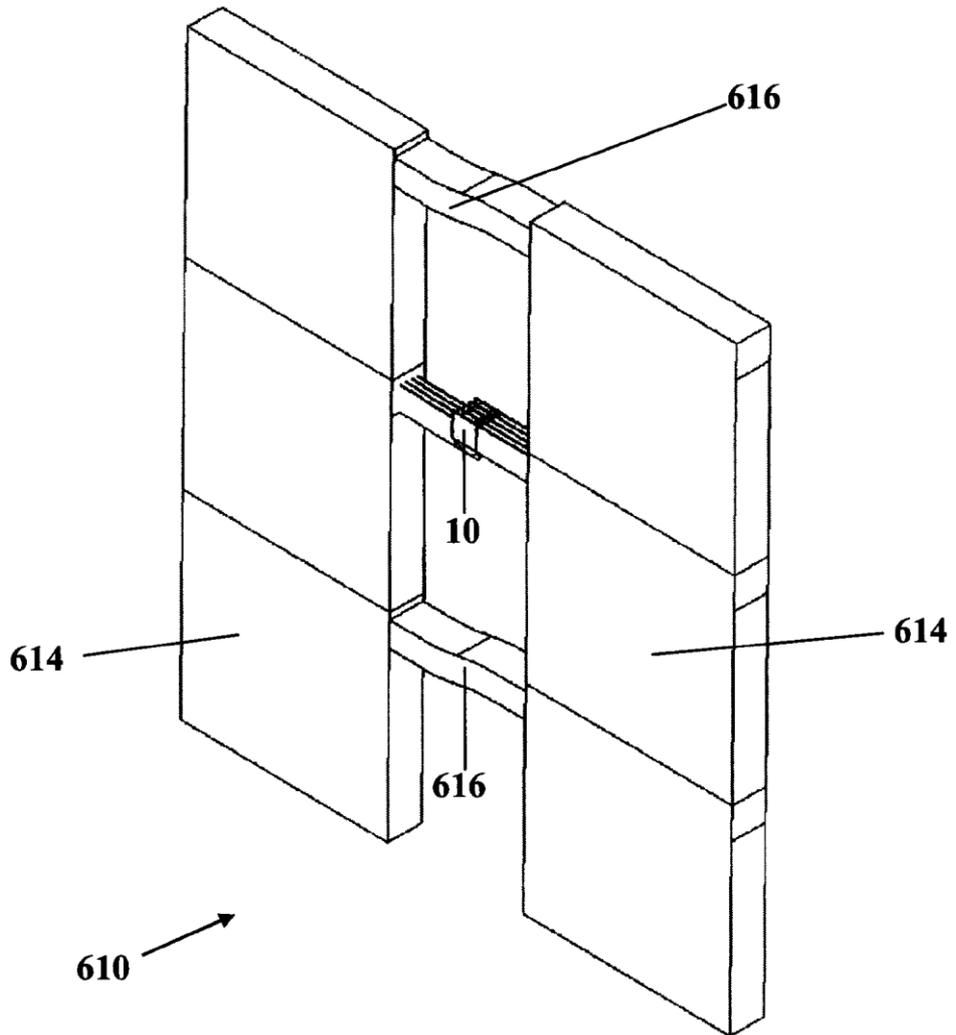


FIGURA 6