

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 000 014**

51 Int. Cl.:

**E04C 3/36** (2006.01)  
**E04B 1/26** (2006.01)  
**E04C 3/292** (2006.01)  
**E04C 3/12** (2006.01)  
**E04B 5/12** (2006.01)  
**E04B 5/14** (2006.01)  
**E04C 3/14** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.06.2021** **E 23172854 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.08.2024** **EP 4234831**

54 Título: **Sistema estructural de madera técnica**

30 Prioridad:

**05.06.2020 EP 20382489**

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

**27.02.2025**

73 Titular/es:

**PHYLEM STRUCTURES, SL (100.00%)**  
**C/Espronceda 19, 00 A IZ.**  
**28003 Madrid, ES**

72 Inventor/es:

**PÉREZ ROMERO, MANUEL y**  
**TARAZONA LIZARRAGA, JAIME**

74 Agente/Representante:

**ELI, Salis Sulam**

**ES 3 000 014 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

Sistema estructural de madera técnica

5 Campo técnico

10 La presente invención está dirigida a un sistema estructural de madera técnica para construir estructuras fabricadas principalmente o completamente con componentes fabricados de madera técnica conectados entre sí, preferiblemente mediante el uso de adhesivos estructurales duraderos resistentes a la humedad tales como poliuretano u otras resinas.

Estado de la técnica

15 En el estado de la técnica se conocen los sistemas estructurales fabricados de madera técnica.

20 Por ejemplo, el documento WO2016191510A1 describe un sistema estructural de madera técnica que comprende paneles de pared y elementos estructurales horizontales en forma de vigas o losas. Cada viga incluye un tablero horizontal superior, un tablero horizontal inferior y un segundo separador colocado entre los tableros horizontales superior e inferior, y fijado a los mismos. Las losas son constitutivas de niveles de planta estructurales, estando soportada cada losa sobre dichas vigas y comprendiendo un tablero horizontal superior y un tablero horizontal inferior separados y conectados a través de los segundos separadores definidos por primeras nervaduras y segundas nervaduras perpendiculares a las primeras nervaduras. Los paneles de pared tienen una construcción similar a las losas pero incluyen primeras superficies de asiento en su extremo superior en el que se acoplan y soportan segundas superficies de asiento definidas por el segundo separador de las vigas, definiendo un nodo estructural, transmitiendo 25 cargas verticales desde las vigas a los paneles de pared.

Esta solución permite la prefabricación y el montaje subsiguiente de los distintos elementos constructivos del sistema estructural.

30 La conexión entre los distintos elementos constructivos a través de los nodos estructurales propuesta en esta solución permite la transmisión de cargas verticales, por ejemplo desde las vigas a los paneles de pared, pero evita la continuidad estructural de las paredes de paneles a través del nodo estructural y la transmisión de cargas de flexión a través del mismo.

35 Además, distintos elementos estructurales horizontales convergentes en el mismo nodo estructural no están conectados entre sí y pueden bien transmitir cargas entre ellos o bien compensar dichas cargas entre elementos estructurales horizontales convergentes.

40 Además, las conexiones propuestas entre el elemento estructural horizontal y los paneles de pared no son conexiones rígidas y, por lo tanto, otras cargas distintas de las cargas verticales, tales como cargas de cizalladura, cargas de flexión o cargas de torsión no pueden ser transmitidas de forma apropiada a través de los distintos elementos constructivos y, según esta solución, las cargas verticales son transmitidas a través de los paneles de pared, pero las vigas están apiladas encima de dichos paneles de pared interrumpiendo su continuidad vertical, evitando la transmisión vertical de cargas a través de dichos paneles de pared cuando se superponen tres o más niveles de planta 45 estructurales, soportados sobre dichos paneles de pared. Si las cargas verticales no pueden ser transmitidas continuamente a través de los elementos constructivos concebidos para transmitir las cargas verticales, en este caso los paneles de pared, las cargas verticales soportadas por dichos elementos constructivos son reducidas y el tamaño, la resistencia y el precio del sistema estructural se ven afectados negativamente.

50 El documento US3866371A también describe un sistema estructural de madera técnica que incluye un elemento estructural vertical, definido por una columna continua, y elementos estructurales horizontales en forma de vigas conectados con los laterales de dicho elemento estructural vertical para transferir cargas entre las vigas convergentes, lo que permite la compensación de dichas cargas, atravesando el elemento estructural vertical un centro vacío de la viga.

55 Cada viga está fabricada de tableros izquierdo y derecho enfrentados entre sí definiendo entre los mismos el espacio a través del cual pasa el elemento estructural vertical.

60 Los elementos estructurales verticales definidos en esta solución tienen una resistencia reducida ante fuerzas de flexión.

65 Además, en este caso, cuando las vigas en una primera dirección y en una segunda dirección, por ejemplo las direcciones ortogonales primera y segunda, convergen sobre el mismo elemento estructural vertical los conectores verticales de las vigas en la primera dirección interfieren con los conectores verticales de las vigas en la segunda dirección, y los interrumpen parcialmente, y solo la mitad de la altura vertical total de cada conector vertical es continua

a través del nodo estructural que conecta con la viga opuesta, afectando de forma negativa a la resistencia de dicho conector vertical y reduciendo la transmisión de cargas entre las vigas conectadas. Esta solución solo permite la conexión entre vigas alineadas, pero no la transmisión apropiada de cargas entre vigas no alineadas que convergen sobre el mismo elemento estructural vertical.

5 El documento US20100275551 describe una conexión entre dos porciones alineadas de una viga a través de un empalme de cola de pescado en el extremo visto y a través de un conector inferior adherido a una superficie inferior de dichas vigas. En este caso, el conector inferior es un tablero con forma triangular colocado en un rebaje complementario. En este caso las vigas son vigas cuadradas macizas, que son estructuralmente ineficientes y, por lo tanto, costosas en comparación con otros tipos de vigas. Esta solución también está dirigida únicamente a la obtención de una viga de gran longitud fabricada de múltiples vigas parciales encoladas entre sí, pero no a la conexión de dichas vigas con un elemento estructural vertical ni a la transmisión de cargas entre vigas convergentes soportadas sobre un elemento estructural vertical o la transmisión de cargas desde dichas vigas convergentes al elemento estructural vertical.

15 El documento EP0550803A1 describe un sistema de conexión entre vigas alineadas similares a la descrita en el documento US20100275551. En este caso, las vigas también son vigas cuadradas macizas, y los conectores están integrados en escalones progresivos rebajados de las vigas. Pero en este documento, cuando se aplica esta solución a la conexión entre vigas convergentes y un elemento estructural vertical, solo se sugieren conectores verticales constituidos por tableros verticales adheridos a las superficies verticales laterales de las vigas y del elemento estructural vertical, transmitiendo cargas de flexión a través de dichos conectores verticales y permitiendo únicamente la conexión entre vigas alineadas pero no la conexión con vigas convergentes desde otras direcciones distintas. Según se ha expresado anteriormente, la madera técnica es más eficaz cuando se transmite la compresión de cargas de tracción que cuando se transmiten cargas de flexión, por lo tanto los conectores verticales sugeridos en este documento no son el uso más eficaz de la madera técnica, afectando de forma negativa a la eficacia del sistema estructural. Este documento no sugiere elementos estructurales verticales que tengan continuidad de la transmisión de cargas verticales cuando se soportan múltiples niveles de planta estructurales superpuestos sobre los elementos estructurales verticales.

20 El documento EP0079761A1 describe un sistema estructural que incluye vigas que comprenden un tablero horizontal superior y un tablero horizontal inferior conectados a través de un segundo separador cuyos extremos están conectados con elementos estructurales verticales que incluyen una primera superficie de asiento en la que está soportado el segundo separador, pero este documento no describe la conexión entre vigas distintas que convergen sobre el mismo elemento estructural vertical.

30 El documento FR2613403A1 describe un sistema estructural de madera técnica que incluye elementos estructurales verticales constituidos por cuatro puntales verticales con forma de L. Entre dichos puntales verticales se pueden insertar listones planos verticales y conectar a través de un tornillo, proporcionando una unión articulada. Esta solución no permite la conexión entre sí de varios segmentos estructurales horizontales que convergen sobre el mismo nodo estructural para transmitir fuerzas de tracción y de compresión entre sí.

35 Los documentos FR2133487A1, WO2015011300A1 y WO2015121886A1 también describen otros sistemas estructurales de madera técnica. El documento FR2921702 divulga un sistema estructural de madera técnica que comprende las características del preámbulo de la reivindicación 1.

40 La presente invención soluciona los problemas descritos anteriormente y otros.

Breve descripción de la invención

45 La presente invención está dirigida a un sistema estructural de madera técnica fabricado de componentes de madera técnica.

50 Se comprenderá que la madera técnica son productos derivados de madera que son fabricados uniendo o fijando virutas, partículas, fibras, chapas de madera o tableros de madera, troceados de madera, polvo de madera u otros productos vegetales tales como bambú, junto con adhesivos para formar un material compuesto. Este tipo de madera también es conocido como madera en masa, madera compuesta, madera artificial o tablero fabricado.

55 Los tipos más comunes de madera técnica son la madera contrachapada, que es fabricada a partir de planchas de chapa laminada que cambian de dirección y unidas por calor y presión con adhesivos duraderos resistentes a la humedad, la madera de chapa laminada (LVL, por sus siglas en inglés), que es similar a la madera contrachapada pero con todas las chapas encoladas en la misma dirección, el tablero de virutas orientadas (OSB, por sus siglas en inglés) fabricado a partir de astillas de madera orientadas en múltiples direcciones comprimidas y encoladas entre sí, la madera de virutas laminadas (LSL, por sus siglas en inglés), que es similar al OSB pero con todas las virutas encoladas en la misma dirección y el tablero de fibra de densidad media fabricado a partir de fibras de madera o serrín

de madera comprimidos y encolados entre sí. Se conocen habitualmente otros tipos de productos de madera técnica como madera laminada encolada, madera en masa (EWP) y madera laminada cruzada (CLT, por sus siglas en inglés). El objetivo de la presente invención es describir un sistema estructural utilizando madera técnica como un componente estructural principal no solo de los elementos estructurales sino también de las conexiones entre esos elementos estructurales.

Preferiblemente, la madera técnica utilizada en la presente invención en los componentes principales de madera técnica, o al menos para los componentes de madera técnica que soportan cargas mayores, tiene una resistencia máxima a la compresión comprendida entre 20 y 40 N/mm<sup>2</sup> y/o una resistencia máxima a la cizalladura de hasta 8 N/mm<sup>2</sup>, y los adhesivos utilizados tienen, preferiblemente, una vez endurecidos, una resistencia a la compresión máxima igual o superior a la resistencia a la compresión de los componentes fijados de madera técnica y una resistencia a la cizalladura máxima igual o superior a la resistencia a la cizalladura de los componentes fijados de madera técnica.

El sistema estructural incluye los siguientes componentes, que ya son conocidos en el estado de la técnica:

al menos un elemento estructural vertical con varios nodos estructurales en distintas posiciones verticales, correspondientes a distintos niveles de planta, incluyendo opcionalmente cada nodo estructural al menos una primera superficie de asiento;

múltiples elementos estructurales horizontales fabricados cada uno de un tablero horizontal superior y un tablero horizontal inferior enfrentados entre sí, separados entre sí en una dirección vertical y conectados rígidamente entre sí a través de segundos separadores comprendidos entre dichos tableros horizontales superior e inferior, incluyendo opcionalmente el al menos un elemento estructural horizontal al menos una segunda superficie de asiento soportada y superpuesta verticalmente sobre la al menos una primera superficie de asiento del elemento estructural vertical.

Se pueden conectar entre sí varios elementos estructurales verticales paralelos, es decir varios pilares paralelos, a través de dichos elementos estructurales horizontales que definen una estructura con varios niveles de planta estructurales superpuestos.

Cada elemento estructural horizontal comprende un tablero horizontal superior y un tablero horizontal inferior enfrentados entre sí y separados una distancia. El tablero horizontal superior y el tablero horizontal inferior de cada elemento estructural horizontal están fijados entre sí a través de al menos un segundo separador, transfiriendo fuerzas de cizalladura entre dichos tableros horizontales superior e inferior, aumentando la resistencia del elemento estructural horizontal, produciendo un elemento estructural horizontal resistente, ligero y económico.

Se comprenderá que la palabra tablero hace referencia a una plancha plana de material que determina dos superficies principales con la mayor superficie del tablero, cuatro superficies perimetrales que conectan dichas dos superficies principales.

La longitud del tablero será la medida más larga de la superficie principal, la anchura del tablero será la medida de la superficie principal perpendicular a la longitud y el grosor será la medida ortogonal a la longitud y a la anchura.

También se comprenderá que la referencia a la posición horizontal o vertical de los tableros o listones está referida a la posición de las superficies principales de los mismos, por lo que un tablero horizontal es un tablero cuyas superficies principales se encuentran en una posición principalmente horizontal. Cuando el elemento es un elemento estructural complejo, tal como un elemento estructural vertical o un elemento estructural horizontal, la referencia a la dirección horizontal o vertical del mismo hace referencia a la dirección de su longitud principal.

Según la invención propuesta, múltiples elementos estructurales horizontales del mismo nivel están soportados en el mismo nodo estructural y están conectados de manera rígida entre sí a través de un conector superior al menos parcialmente superpuesto, y fijado, a todos los elementos estructurales horizontales soportados en dicho nodo estructural para transferir cargas horizontales de tracción entre los tableros horizontales superiores de los elementos estructurales horizontales conectados.

El conector superior puede estar adherido al tablero horizontal superior de los elementos estructurales horizontales convergentes en dicho nodo estructural.

Las superficies primera y segunda de asiento son, preferiblemente, superficies principalmente planas y horizontales enfrentadas entre sí, proporcionando un área amplia de contacto entre las superficies primera y segunda de asiento para repartir las cargas verticales transmitidas desde el elemento estructural horizontal hasta el elemento estructural vertical, preferiblemente dicha área de contacto es de al menos varios centímetros cuadrados, por ejemplo más de 10 cm<sup>2</sup> o más de 15 cm<sup>2</sup> cuando la distancia entre los elementos estructurales verticales es de al menos 3 m. Preferiblemente, las superficies de asiento tanto primera como segunda están fabricadas de madera técnica.

- 5 Preferiblemente, la segunda superficie de asiento no está definida por un agujero pasante en el elemento estructural horizontal, sino por una superficie expuesta hacia abajo, no orientada hacia otras superficies del mismo elemento estructural horizontal, porque un agujero pasante reduce la resistencia del elemento estructural horizontal en el área más tensada y hace más difícil el proceso de instalación.
- 10 La segunda superficie de asiento puede ser, por ejemplo, una región, o una región reforzada, del tablero horizontal inferior, o una porción, o una región reforzada, del segundo separador no cubierta por el tablero horizontal inferior y/o una porción, o una porción reforzada, del tablero superior extendida en voladizo del resto del elemento estructural horizontal.
- 15 La segunda superficie de asiento puede soportarse sobre la primera superficie de asiento directamente o a través de un elemento intercalado tal como un elemento intercalado de madera técnica, de metal o de plástico.
- 20 La región reforzada es una región que incluye segundos separadores más resistentes, o segundos separadores presentes con mayor densidad, que el resto del elemento estructural horizontal y, preferiblemente, una región en la que los segundos separadores llenan por completo el espacio entre los tableros horizontales inferior y superior, preferiblemente con madera técnica.
- 25 El elemento estructural horizontal puede incluir, además, refuerzos en otras áreas en las que se acumulan las cargas o en las que las cargas son mayores que en otras áreas. En esas áreas, el refuerzo puede obtenerse utilizando un material más grueso o más robusto o que incluya una capa añadida de refuerzo de material en los tableros horizontales superior o inferior y/o en las nervaduras constitutivas de los segundos separadores. Esto puede ser particularmente beneficioso en áreas en las que las fuerzas de flexión son máximas, por ejemplo en una región central de un elemento estructural horizontal soportado entre dos o cuatro nodos estructurales, o cerca de dichos nodos estructurales.
- 30 Dicha segunda superficie de asiento estará soportada directamente sobre la primera superficie de asiento transfiriendo las cargas verticales. La región reforzada puede ser, por ejemplo, una región del tablero horizontal inferior o del segundo separador con un mayor grosor o fabricada de un material más resistente o una madera técnica más resistente que otras regiones del mismo elemento.
- 35 Preferiblemente, el tablero horizontal superior, el tablero horizontal inferior y, opcionalmente, también los segundos separadores, están fabricados de madera técnica, y también se propone conectar esos elementos con adhesivos.
- 40 Preferiblemente, la fijación entre los distintos elementos constitutivos del sistema estructural propuesto se logrará mediante adhesivos, o mediante adhesivos en combinación con clavos o tornillos. Los adhesivos reparten las cargas transmitidas en un área amplia de fijación, evitando concentraciones de cargas que podrían producir un daño local en los elementos de madera técnica, producidas normalmente cuando la fijación se produce únicamente mediante un número reducido de tornillos o de clavos.
- 45 Preferiblemente, los adhesivos utilizados son adhesivos estructurales duraderos resistentes a la humedad tales como poliuretano u otras resinas, por ejemplo resinas epóxicas.
- Debido a la naturaleza ortotrópica de la madera, los listones, puntales y tableros de madera técnica son, normalmente, más resistentes en una dirección paralela a la superficie principal o en la longitud principal de dicho elemento que en una dirección perpendicular a dicha superficie principal o longitud principal.
- 50 En el caso de madera contrachapada con las chapas encoladas en direcciones perpendiculares, la diferencia en la resistencia entre X e Y es equilibrada.
- 55 Cuando las cargas transmitidas desde el elemento estructural horizontal a las primeras superficies de asiento se encuentran por debajo de cierto umbral, el elemento estructural horizontal puede estar soportado sobre las primeras superficies de asiento a través de una segunda superficie de asiento definida en el tablero horizontal inferior, comprimiendo dicho tablero horizontal inferior en una dirección perpendicular a la superficie principal del mismo. Cuando las cargas transmitidas desde el elemento estructural horizontal hasta la primera superficie de asiento se encuentran por encima de dicho cierto umbral, entonces la segunda superficie de asiento estará definida, preferiblemente, en dichos segundos separadores, que pueden incluir, por ejemplo, una prolongación que se proyecta hacia abajo a través del grosor del tablero horizontal inferior, o una porción del segundo separador accesible a través de una región no cubierta por el tablero horizontal inferior.
- 60 Múltiples elementos estructurales horizontales soportados en el mismo nodo estructural están conectados de manera rígida entre sí también a través de un conector inferior situado entre los elementos estructurales horizontales convergentes en dicho nodo estructural y en contacto estrecho con los mismos para transferir cargas horizontales de compresión entre los elementos estructurales horizontales convergentes.

Preferiblemente, cada conector inferior (50) está en contacto directo con los elementos estructurales horizontales convergentes o en contacto con los mismos mediante adhesivo endurecido intercalado; y/o al menos parcialmente superpuesto por todos los elementos estructurales horizontales soportados en dicho nodo estructural, y fijados a los mismos.

5 En tal caso, cada conector inferior puede estar superpuesto al menos parcialmente por las segundas superficies de asiento de todos los elementos estructurales horizontales, y fijado a las mismas, en dicho nodo estructural para transferir cargas horizontales de compresión entre los tableros horizontales inferiores de los elementos estructurales horizontales conectados.

10 Los puntales verticales constitutivos del elemento estructural vertical pueden estar conectados rígidamente entre sí a través de primeros separadores intercalados que mantienen los puntales verticales separados entre sí y transmiten fuerzas de cizalladura entre sí, aumentando la resistencia total del elemento estructural vertical.

15 Los puntales verticales están fabricados, preferiblemente, de madera técnica y pueden tener una sección transversal cuadrada o rectangular.

Preferiblemente, los puntales verticales y, opcionalmente, también los primeros separadores y/o la primera superficie de asiento, están fabricados de madera técnica, y también se propone que conecten esos elementos con adhesivos. La primera superficie de asiento puede estar comprendida entre superficies verticales, y fijada a las mismas, de dos puntales verticales enfrentados entre sí, incluyendo dicha primera superficie de asiento una superficie orientada hacia arriba en la que se soporta la segunda superficie de asiento a través de una superficie de la misma orientada hacia abajo.

20 Esta construcción concentra las partes macizas del elemento estructural vertical en el perímetro del mismo, en donde proporciona más resistencia ante fuerzas de flexión, produciendo un elemento estructural vertical rígido con una masa reducida y un coste reducido, y produciendo un interior hueco del elemento estructural vertical.

25 Una región del elemento estructural horizontal que incluye una segunda superficie de asiento está insertada en el interior hueco del elemento estructural vertical, entre dos puntales verticales enfrentados entre sí, sin interrumpir la continuidad vertical de dichos puntales verticales.

30 Dicha segunda superficie de asiento está soportada sobre una primera superficie de asiento comprendida, al menos parcialmente, en el interior hueco del elemento estructural vertical, entre los puntales verticales, transmitiendo cargas verticales desde el elemento estructural horizontal hasta el elemento estructural vertical.

35 Cada elemento estructural vertical recibirá las cargas verticales desde todos los elementos estructurales horizontales fijados al mismo, acumulando cargas verticales de múltiples plantas de estructura.

40 Normalmente, cada elemento estructural vertical está conectado con una cimentación en su extremo inferior que reparte y transmite todas las cargas verticales del elemento estructural vertical en un área del terreno más amplia en la que se coloca la estructura.

45 Según una realización, el sistema estructural comprende múltiples elementos estructurales verticales paralelos entre sí, incluyendo cada uno primeras superficies de asiento. Múltiples elementos estructurales horizontales están conectados con dichos elementos estructurales verticales a través de las primeras superficies de asiento, definiendo cada conexión un nodo estructural. Preferiblemente, los miembros de losa están soportados sobre dichos elementos estructurales horizontales que definen varias plantas de estructura superpuestas en dichos niveles de planta.

50 Cada uno de dichos múltiples elementos estructurales horizontales tiene una porción comprendida entre al menos dos puntales verticales enfrentados y soportada verticalmente sobre dichas primeras superficies de asiento comprendidas entre dos puntales verticales enfrentados. Preferiblemente, cada puntal vertical está compuesto de múltiples segmentos sucesivos de puntal vertical, fabricados de una plancha vertical de madera técnica, alineados y conectados entre sí a través de un conector vertical, fabricado de una plancha vertical de madera técnica, adherido a superficies de pilar vertical de segmentos sucesivos adyacentes de puntal vertical o a través de escalones progresivos rebajados complementarios definidos en una porción extrema adyacente de dos segmentos sucesivos de puntal vertical superpuestos y adheridos entre sí.

55 Según una realización de la presente invención, el al menos un elemento estructural vertical incluye al menos un nodo estructural intermedio en una porción intermedia del mismo cruzada por los puntales verticales sin interrupción de los puntales verticales, extendiéndose el elemento estructural vertical por encima y por debajo del nodo estructural intermedio.

Según eso, los nodos estructurales pueden ser colocados en posiciones intermedias del elemento estructural vertical, y no solo en posiciones extremas, manteniendo la continuidad estructural de los puntales verticales por encima y por

## ES 3 000 014 T3

debajo del nodo estructural, transmitiendo no solo cargas verticales, sino también cargas de flexión, cargas de cizalladura y cargas de torsión a través de dicho nodo estructural del elemento estructural vertical.

5 También se propone que el al menos un nodo estructural sea cruzado por el al menos un elemento estructural horizontal sin interrupción de dicho elemento estructural horizontal y sin interrupción de dichos puntales verticales, incluyendo el elemento estructural horizontal porciones que se prolongan desde el elemento estructural vertical en al menos dos lados distintos del elemento estructural vertical, que pueden ser lados opuestos del elemento estructural vertical, tales como los lados izquierdo y derecho, o dos lados consecutivos, tales como los lados frontal e izquierdo y, preferiblemente, tres o cuatro lados del elemento estructural vertical.

10 Según eso, al menos un elemento estructural horizontal pasa a través del nodo estructural sin interrupción, transmitiendo cargas desde una prolongación hasta la otra a través de dicho nodo estructural, aumentando el rendimiento estructural del elemento estructural horizontal.

15 Los segmentos sucesivos de puntal vertical citados anteriormente están conectados rígidamente entre sí, por ejemplo, a través de:

superficies extremas de los segmentos sucesivos de puntal vertical fijadas entre sí a través de adhesivo; un conector vertical; o

20 un conector vertical superpuesto parcialmente a ambos segmentos sucesivos de puntal vertical y fijado a los mismos; o

25 un conector vertical superpuesto parcialmente a ambos segmentos sucesivos de puntal vertical a través de escalones progresivos rebajados complementarios y fijado a los mismos; o

un conector vertical comprendido entre ambos segmentos sucesivos de puntal vertical y conectado con un primer separador fijado rígidamente a los segmentos sucesivos de puntal vertical; o

30 escalones progresivos rebajados complementarios definidos en una porción extrema de los dos segmentos sucesivos de puntal vertical superpuestos y fijados entre sí.

35 Según eso, la conexión entre los segmentos de puntal vertical puede lograrse mediante un conector vertical adherido simultáneamente a porciones extremas de dos segmentos consecutivos de puntal vertical del mismo puntal vertical y/o conectado con un primer separador conectado simultáneamente con porciones extremas de los dos segmentos consecutivos de puntal vertical. En algunos casos, el primer separador también puede realizar la función del conector vertical. En cualquier caso, la conexión entre segmentos sucesivos de puntal vertical será una conexión rígida. Dicho conector vertical puede estar fabricado de una plancha vertical de madera técnica, metal y/o fibra de carbono.

40 De forma alternativa, la conexión entre los segmentos de puntal vertical puede lograrse mediante la adhesión directa de dos porciones superpuestas de los segmentos sucesivos de puntal vertical conectadas entre sí, incluyendo dichas porciones escalones progresivos superpuestos rebajados complementarios, definiendo una porción de fijación. Cada escalón progresivo rebajado está definido en un plano vertical paralelo a la superficie principal del puntal vertical, aumentando el área de fijación en la que adhesivos fijan ambos elementos conectados.

45 Preferiblemente, cada segmento de puntal vertical está comprendido entre dos nodos estructurales, produciéndose dicha fijación entre los segmentos sucesivos de puntal vertical en la porción del elemento estructural vertical que define el nodo estructural.

50 También se propone que al menos algunos de los conectores verticales puedan incluir uno o más escalones progresivos rebajados complementarios y fijados a escalones progresivos rebajados incluidos en los segmentos sucesivos de puntal vertical conectados entre sí a través de dicho conector vertical. Esta conexión ofrece una distribución más uniforme de las cargas, aumenta la superficie de conexión, ofrece no solo superficies verticales de conexión sino también superficies horizontales de conexión en cada escalón y aumenta la resistencia de la conexión.

55 Aunque las superficies verticales garantizan la conexión entre elementos, las superficies horizontales pueden transmitir cargas de compresión.

Esta conexión también permite que los dos segmentos sucesivos de puntal vertical y el conector vertical estén a ras, cuando los dos segmentos sucesivos de puntal vertical tienen la misma área en sección transversal.

60 Los segmentos sucesivos de puntal pueden tener todos la misma área en sección o, preferiblemente, pueden tener un área distinta en sección adaptada a las cargas verticales soportadas por cada segmento de puntal. Más cerca de la cimentación, los segmentos de puntal soportan mayores cargas verticales en comparación con los segmentos de puntal más cercanos a la planta de estructura más alta; por lo tanto, se propone utilizar siempre segmentos de puntal

## ES 3 000 014 T3

con un área en sección igual o menor que la de los segmentos de puntal del mismo elemento estructural vertical colocado debajo.

5 Se pueden soportar múltiples elementos estructurales horizontales sobre el mismo nodo estructural, incluyendo cada elemento estructural horizontal al menos una segunda superficie de asiento soportada sobre la al menos una primera superficie de asiento del nodo estructural.

10 En este caso, los elementos estructurales horizontales soportados sobre el mismo nodo estructural estarán conectados rígidamente entre sí a través de un conector superior y/o a través de un conector inferior.

15 El conector superior puede estar contenido, al menos parcialmente, en el interior hueco del elemento estructural vertical, superpuesto al menos parcialmente, con todos los elementos estructurales horizontales, y fijado a los mismos, soportados en dicho nodo estructural para transferir cargas horizontales de tracción entre los tableros horizontales superiores de los elementos estructurales horizontales conectados. Preferiblemente, el conector superior está superpuesto, al menos parcialmente, por las segundas superficies de asiento, y está adherido al tablero horizontal superior de los elementos estructurales horizontales convergentes.

20 El conector inferior puede estar contenido, al menos parcialmente, en el interior hueco del elemento estructural vertical, colocado entre los elementos estructurales horizontales convergentes y en contacto directo con los mismos, en contacto con los mismos a través de adhesivo endurecido intercalado y/o superpuesto, al menos parcialmente, por todos los elementos estructurales horizontales, y fijado a los mismos, soportados en dicho nodo estructural y/o superpuesto, al menos parcialmente, por las segundas superficies de asiento, y fijado a las mismas, de todos los elementos estructurales horizontales soportados en dicho nodo estructural para transferir cargas horizontales de compresión entre tableros horizontales inferiores de los elementos estructurales horizontales conectados.

25 El conector inferior puede estar fabricado de madera técnica, metal, o puede ser un bloque macizo de adhesivo endurecido.

30 Por ejemplo, se puede colocar el conector inferior entre los elementos estructurales horizontales convergentes y en contacto estrecho con los mismos para transferir cargas horizontales de compresión entre los mismos, por ejemplo como un bloque o como una forma troncocónica invertida colocado entre los extremos enfrentados de los elementos estructurales horizontales convergentes, de manera que se pueda comprimir dicho conector inferior entre dichos extremos enfrentados. Se considerará que puede producirse el contacto estrecho a través de un adhesivo endurecido intercalado.

35 El conector inferior también puede estar superpuesto, al menos parcialmente, con todos los elementos estructurales horizontales soportados en dicho nodo estructural, por debajo de los mismos y fijado a los mismos, para transferir cargas horizontales de compresión entre los mismos, similar al conector superior.

40 El conector inferior también puede ser la primera superficie de asiento del elemento estructural vertical, cuando dicha primera superficie de asiento está fijada simultáneamente con todas las segundas superficies de asiento de todos los elementos estructurales horizontales soportados sobre el mismo nodo estructural, transfiriendo cargas horizontales de compresión entre dichos elementos estructurales horizontales convergentes.

45 El conector superior y/o el conector inferior pueden incluir, por ejemplo, varios brazos conectores horizontales radiales que rodean una porción central contenida en dicho interior hueco del elemento estructural vertical, estando conectado cada brazo conector horizontal radial con un elemento estructural horizontal, o estando fijado cada brazo conector horizontal radial con un elemento estructural horizontal a través de escalones progresivos rebajados complementarios. El conector superior y/o el conector inferior pueden estar fabricados, por ejemplo, de madera técnica, metal y/o fibra de carbono.

50 Cuando los conectores superior o inferior incluyen varios brazos conectores horizontales radiales y están fabricados de madera técnica, dicho conector incluirá, preferiblemente, varias capas superpuestas de madera técnica con dicha orientación de chapa encoladas entre sí.

55 El elemento estructural horizontal puede ser, por ejemplo, una viga, o una viga con forma de I, con una región que incluye la al menos una segunda superficie de asiento insertada en el interior hueco del elemento estructural vertical en cada nodo estructural que soporta dicha viga o viga con forma de I.

60 La viga, o la viga con forma de I, puede ser una viga que pasa a través del nodo estructural, con la segunda superficie de asiento definida en una región intermedia de la viga insertado en el interior hueco del elemento estructural vertical. Dicha viga puede pasar a través de varios nodos estructurales alineados de distintos elementos estructurales verticales, teniendo la viga varias segundas superficies de asiento definidas en varias regiones intermedias insertadas en el interior hueco de los distintos elementos estructurales verticales. Se puede considerar una viga soportada sobre una sucesión de elementos estructurales verticales alineados cerca uno de otro, por ejemplo a menos de 1 m o a

## ES 3 000 014 T3

menos de 0,5 m, como una pared estructural, especialmente si los espacios entre la sucesión de elementos estructurales verticales alineados están cerrados con un panel vertical de pared.

5 Las vigas con forma de I proporcionan un uso óptimo de material debido a que las vigas que tienen una forma de I son fuertes y resistentes utilizando menos volumen de material que otros tipos de vigas y, por lo tanto, son más ligeras y económicas.

10 Preferiblemente, el segundo separador de las vigas o de las vigas con forma de I es uno o varios tableros verticales centrales, es decir, listones con sus superficies principales colocadas en una posición vertical, conectando el tablero horizontal superior y un tablero horizontal inferior, que tienen sus superficies principales fundamentalmente en la posición horizontal.

15 De forma alternativa, el segundo separador de las vigas o de las vigas con forma de I puede estar fabricado, por ejemplo, de listones horizontales superpuestos, tales como varios tableros horizontales apilados y/o varios tableros horizontales apilados con fibras orientadas paralelas entre sí y/o varios tableros horizontales apilados con fibras orientadas distribuidas en direcciones perpendiculares en tableros sucesivos, o puede fabricarse, de forma alternativa, de barras trianguladas de madera técnica o metal.

20 La viga, o viga con forma de I, puede ser una viga postensada que incluye al menos un cable postensado entre dos extremos opuestos de la misma. De forma alternativa, múltiples vigas consecutivas alineadas pueden ser vigas postensadas que incluyen al menos un cable postensado continuo que pasa a lo largo de todas las referidas vigas consecutivas.

25 Los extremos opuestos de dicha al menos una viga retendrán el al menos un cable postensado en una posición superior adyacente al tablero horizontal superior y una región central de dicha al menos una viga, colocada entre dichos extremos opuestos, reteniendo el al menos un cable postensado en una posición más baja adyacente al tablero horizontal inferior.

30 Según esta solución, dicho cable postensado cubre toda la longitud de la viga desde un extremo hasta el extremo opuesto, siendo retenido en tensión dicho cable postensado definiendo una forma poligonal o arqueada, siendo la región central del cable postensado adyacente a una región central del tablero horizontal inferior de la viga y siendo adyacentes los dos extremos opuestos del cable postensado a las porciones extremas del tablero horizontal superior de la viga, aumentando la resistencia total a las cargas de la viga.

35 Opcionalmente, múltiples vigas consecutivas son vigas postensadas que incluyen al menos un cable postensado continuo que pasa a lo largo de todas las referidas vigas consecutivas, reteniendo los extremos opuestos de cada viga el al menos un cable postensado en una posición superior adyacente al tablero horizontal superior y reteniendo una región central de cada viga, colocada entre dichos extremos opuestos de la misma, el al menos un cable postensado en una posición más baja adyacente al tablero horizontal inferior, permitiendo el postensado de múltiples vigas sucesivas utilizando el mismo cable postensado.

40 De forma alternativa, dichas múltiples vigas consecutivas son vigas postensadas, incluyendo cada una al menos un manguito de cable, reteniendo los extremos opuestos de cada viga el al menos un manguito de cable en una posición superior adyacente al tablero horizontal superior y reteniendo una región central de cada viga, colocada entre dichos extremos opuestos de la misma, el al menos un manguito de cable en una posición más baja adyacente al tablero horizontal inferior, estando conectado cada manguito de cable de cada viga con un manguito de cable de una viga sucesiva de dichas vigas consecutivas a través de un conector de manguito, e incluyendo dichas múltiples vigas consecutivas al menos un cable postensado continuo que pasa a lo largo de todas las referidas vigas consecutivas a través de los manguitos respectivos de cable que están conectados entre sí por medio de dichos conectores de manguito.

45 De esta forma, se puede preinstalar el manguito de cable en cada viga y una vez que se instalan las vigas, se pueden conectar dichos manguitos de cable entre sí a través de conectores de manguito y, entonces, se puede insertar el cable postensado a través de dichos manguitos de cable y postensarlo.

50 De forma alternativa, el elemento estructural horizontal puede ser una losa con una región que incluye la al menos una segunda superficie de asiento insertada en el interior hueco del elemento estructural vertical, en cada nodo estructural que soporta dicha losa, incluyendo la losa al menos un agujero pasante vertical adyacente a dicha segunda superficie de asiento a través del cual un puntal vertical del elemento estructural vertical atraviesa la losa.

55 La losa puede ser soportada simultáneamente sobre varios nodos estructurales de distintos elementos estructurales verticales, incluyendo la losa una porción, con al menos una segunda superficie de asiento, insertada en el interior hueco de cada elemento estructural vertical. La losa incluirá al menos un agujero pasante vertical adyacente a cada segunda superficie de asiento, siendo cruzado cada agujero pasante vertical por un puntal vertical de los elementos estructurales verticales.

60 La losa puede ser soportada simultáneamente sobre varios nodos estructurales de distintos elementos estructurales verticales, incluyendo la losa una porción, con al menos una segunda superficie de asiento, insertada en el interior hueco de cada elemento estructural vertical. La losa incluirá al menos un agujero pasante vertical adyacente a cada segunda superficie de asiento, siendo cruzado cada agujero pasante vertical por un puntal vertical de los elementos estructurales verticales.

65 La losa puede ser soportada simultáneamente sobre varios nodos estructurales de distintos elementos estructurales verticales, incluyendo la losa una porción, con al menos una segunda superficie de asiento, insertada en el interior hueco de cada elemento estructural vertical. La losa incluirá al menos un agujero pasante vertical adyacente a cada segunda superficie de asiento, siendo cruzado cada agujero pasante vertical por un puntal vertical de los elementos estructurales verticales.

5 En este caso, los segundos separadores pueden incluir uno o varios tableros verticales centrales o varios tableros verticales centrales dispuestos en direcciones ortogonales y/o una espuma rígida que conecta rigidamente los tableros horizontales superior e inferior. Los tableros verticales centrales son tableros que tienen sus superficies principales en la dirección vertical. De forma alternativa, esos segundos separadores también pueden ser tableros horizontales apilados en una dirección o en dos direcciones ortogonales.

10 Según una realización, la losa puede ser una losa postensada que incluye múltiples cables postensados de losa paralelos entre sí o dispuestos en dos direcciones cruzadas.

De forma alternativa, múltiples losas consecutivas alineadas pueden ser losas postensadas que incluyen múltiples cables postensados de losa paralelos entre sí o dispuestos en dos direcciones cruzadas, pasando al menos algunos de dichos cables postensados de losa a lo largo de todas las referidas losas consecutivas.

15 Preferiblemente, en al menos un nodo estructural, los tableros horizontales superior e inferior, de al menos un elemento estructural horizontal conectado con dicho nodo estructural, están separados de los puntales verticales del elemento estructural vertical una distancia de separación, y las superficies primera y segunda de asiento están configuradas para reducir o evitar la transmisión de fuerzas de flexión, definiendo una junta articulada entre el elemento estructural horizontal y el elemento estructural vertical. En este caso, las cargas verticales son transmitidas desde el elemento estructural horizontal al elemento estructural vertical a través de la segunda superficie de asiento que está superpuesta sobre la primera superficie de asiento, y soportada por la misma, del elemento estructural vertical, pero sin proporcionar una fijación rígida y evitando, por lo tanto, la transmisión de fuerzas de flexión.

20 Cuando los elementos estructurales horizontales están fijados a unos conectores superior e inferior; dichos conectores superior e inferior también estarán separados por los puntales verticales dicha distancia de separación, evitando la transmisión de fuerzas de flexión a través de los mismos.

25 El experto será perfectamente consciente de muchas conexiones distintas que evitarán la transmisión de fuerzas de flexión. Por ejemplo, para evitar la transmisión de fuerzas de flexión, las superficies primera y segunda de asiento proporcionan la transmisión de fuerzas en la dirección descendente vertical pero evitan o impiden completamente o casi por entero la transmisión de fuerzas en la dirección ascendente vertical o en las direcciones horizontales.

30 De forma alternativa, en al menos un nodo estructural, los tableros horizontales superior e inferior, del al menos un elemento estructural horizontal conectado con dicho nodo estructural, están conectados, respectivamente, con lados verticales opuestos de los puntales verticales, transmitiendo fuerzas de flexión a los puntales verticales que definen una junta rígida entre el elemento estructural horizontal y el elemento estructural vertical. Dicha conexión puede producirse directamente o a través de los conectores superior y/o inferior y/o a través de adhesivos endurecidos que rellenan dicha distancia de separación.

35 Cuando los elementos estructurales horizontales están fijados a unos conectores superior e inferior, dichos conectores superior e inferior también pueden estar conectados con lados verticales opuestos de los puntales verticales, transmitiendo un par de fuerzas horizontales opuestas, transmitiendo una fuerza de flexión al elemento estructural vertical.

40 En este caso, el tablero horizontal inferior, o el conector inferior fijado a dicho tablero horizontal inferior, será comprimido contra un lado vertical de uno o varios puntales verticales del elemento estructural vertical, transmitiendo una fuerza horizontal de compresión al mismo, y el tablero horizontal superior, o el conector superior fijado a dicho tablero horizontal superior, será comprimido contra otro lado vertical de uno o varios puntales verticales, siendo dicho lado vertical opuesto al lado vertical mencionado anteriormente conectado con el tablero horizontal inferior, transmitiendo una fuerza horizontal de compresión al mismo opuesta y superior a la fuerza horizontal de compresión mencionada anteriormente. Dicho par de fuerzas horizontales opuestas transmiten una fuerza de flexión a los puntales verticales, produciendo una fijación rígida entre el elemento estructural horizontal y el elemento estructural vertical.

45 En este caso, las superficies primera y segunda de asiento pueden estar configuradas para evitar la transmisión de fuerzas de flexión o también para transmitir fuerzas de flexión.

50 Según algunos ejemplos de esta realización, los referidos lados verticales opuestos que reciben las fuerzas horizontales de compresión son lados verticales enfrentados entre sí en el interior hueco del elemento estructural vertical, siendo lados verticales de dos puntales verticales distintos, o son lados verticales opuestos de los mismos puntales verticales, o son lados verticales de distintos puntales verticales, estando dichos lados verticales en el perímetro externo del elemento estructural vertical.

55 Según una realización, al menos un elemento estructural horizontal puede estar soportado simultáneamente en varios nodos estructurales de distintos elementos estructurales verticales.

## ES 3 000 014 T3

Los elementos estructurales horizontales del mismo nivel de planta pueden ser losas lateralmente adyacentes. Esas losas adyacentes pueden estar conectadas entre sí, por ejemplo, a través de la fijación de:

5 una región perimetral del tablero horizontal superior de una losa fijada a una región perimetral del tablero horizontal superior de otra losa lateralmente adyacente directamente, una encima de la otra, a través de escalones progresivos complementarios o a través de un conector intercalado de junta, para transferir cargas horizontales; y/o

10 una región perimetral del tablero horizontal superior de una losa fijada a una región perimetral del tablero horizontal superior de otra losa lateralmente adyacente directamente, una encima de la otra, a través de escalones progresivos complementarios o a través de un conector intercalado de junta, para transferir cargas horizontales de tracción, y una región perimetral del tablero horizontal inferior de una losa fijada a una región perimetral del tablero horizontal inferior de la otra losa lateralmente adyacente para transferir cargas horizontales.

15 Según eso, distintos elementos estructurales horizontales del mismo nivel de planta, normalmente distintas losas, pueden estar fijados lateralmente entre sí produciendo un nivel de planta continuo. La fijación entre elementos estructurales horizontales adyacentes proporciona una continuidad estructural que aumenta el rendimiento de los elementos estructurales horizontales gracias a la transmisión de cargas entre los mismos. Cuando los elementos estructurales horizontales son losas, la conexión puede producirse directamente a través de regiones perimetrales de dichas losas adyacentes o a través de un conector de junta que conecta dichas losas adyacentes.

20 La losa puede estar conectada con losas adyacentes únicamente a través de regiones perimetrales de dos extremos opuestos de las mismas, obteniendo una losa con una continuidad estructural unidireccional con losas adyacentes. De forma alternativa, la losa puede conectarse con losas adyacentes a través de regiones perimetrales de cuatro lados de la losa, obteniendo una continuidad estructural bidireccional con losas adyacentes.

25 Con independencia de si los elementos estructurales horizontales son losas o vigas, se propone una realización adicional, que puede ser implementada independientemente de las anteriores realizaciones descritas anteriormente, (es decir, con elementos estructurales verticales distintos de los descritos anteriormente o con una conexión entre los elementos estructurales horizontales y los elementos estructurales verticales distinta de las conexiones descritas anteriormente), o que puede combinarse libremente con cualquiera de las realizaciones propuestas, proporcionando distintas soluciones que podrían ser base para solicitudes divisionales. La presente realización está dirigida hacia un sistema estructural de madera técnica fabricado de componentes de madera técnica que incluye:

35 varios elementos estructurales horizontales separados una distancia de separación, incluyendo cada elemento estructural horizontal al menos una segunda superficie de asiento soportada sobre al menos una primera superficie de asiento, y superpuesta verticalmente con el mismo, de un elemento estructural vertical, estando compuesto cada elemento estructural horizontal de un tablero horizontal superior y un tablero horizontal inferior enfrentados entre sí, separados entre sí en una dirección vertical y conectados rígidamente entre sí a través de segundos separadores comprendidos entre dichos tableros horizontales superior e inferior;

40 al menos un segmento de losa colocado entre los elementos estructurales horizontales, y soportado sobre los mismos, que cubre la distancia de separación entre los mismos y que define el nivel de planta, estando compuesto el segmento de losa de un tablero horizontal superior y un tablero horizontal inferior enfrentados entre sí, separados entre sí en una dirección vertical y conectados rígidamente entre sí a través de terceros separadores comprendidos entre dichos tableros horizontales superior e inferior.

45 Los terceros separadores pueden tener las mismas realizaciones posibles que los segundos separadores descritos anteriormente.

50 El al menos un segmento de losa puede estar soportado sobre los elementos estructurales horizontales a través de una tercera superficie de asiento incluida en dicho segmento de losa. Dicha tercera superficie de asiento puede ser:

55 una región perimetral del tablero horizontal superior del segmento de losa fijada al tablero horizontal superior de los elementos estructurales horizontales directamente circundantes, a través de escalones progresivos complementarios o a través de un conector de junta para transferir cargas horizontales de tracción; y/o

60 una región perimetral del tablero horizontal superior del segmento de losa fijada al tablero horizontal superior de los elementos estructurales horizontales directamente circundantes, a través de escalones progresivos complementarios o a través de un conector de junta para transferir cargas horizontales de tracción, y una región perimetral del tablero horizontal inferior del segmento de losa fijada a una región perimetral del tablero horizontal inferior de los elementos estructurales horizontales directamente circundantes, a través de escalones progresivos complementarios o a través de un conector intercalado, para transferir cargas horizontales de compresión; y/o

65 una región perimetral del tablero horizontal superior del segmento de losa fijada al tablero horizontal superior de otro segmento de losas adyacentes directamente, a través de escalones progresivos complementarios o a través de un

## ES 3 000 014 T3

conector de junta para transferir cargas horizontales de tracción, estando soportado el segmento de losa sobre al menos un elemento estructural horizontal;

5 una región perimetral del tablero horizontal superior del segmento de losa fijada al tablero horizontal superior del otro segmento de losas adyacentes directamente, a través de escalones progresivos complementarios o a través de un conector de junta para transferir cargas horizontales de tracción, estando soportado el segmento de losa sobre al menos un elemento estructural horizontal, y una región perimetral del tablero horizontal inferior del segmento de losa fijada a una región perimetral del tablero horizontal inferior de los segmentos de losas adyacentes, directamente, a través de escalones progresivos complementarios o a través de un conector intercalado, para transferir cargas horizontales de compresión.

15 Cada segmento de losa puede estar conectado con el elemento estructural horizontal a través de terceras superficies de asiento superpuestas verticalmente y fijadas a los elementos estructurales horizontales. La tercera superficie de asiento puede ser, por ejemplo, una región o una región reforzada del tablero horizontal inferior del segmento de losa, o una superficie del segmento de losa expuesta hacia abajo, tal como una porción expuesta de los terceros separadores, superpuesta con el tablero horizontal superior, y fijada al mismo, del al menos un elemento estructural horizontal o con una superficie del elemento estructural horizontal expuesta hacia arriba.

20 Cuando los elementos estructurales horizontales son losas, dicho tablero horizontal superior de los segmentos intercalados de losa puede estar a ras con el tablero horizontal superior de dichas losas. La conexión puede producirse a través de una región perimetral superpuesta parcialmente de las losas interconectadas, a través de escalones progresivos, por ejemplo.

25 El segmento de losa puede conectarse con losas adyacentes únicamente a través de regiones perimetrales de dos extremos opuestos de las mismas, obteniendo un segmento de losa con una continuidad estructural unidireccional con losas adyacentes. De forma alternativa, el segmento de losa puede estar conectado con losas adyacentes a través de regiones perimetrales de cuatro lados del segmento de losa, obteniendo una continuidad estructural bidireccional del segmento de losa con losas adyacentes.

30 Cuando los elementos estructurales horizontales son vigas, el tablero horizontal superior de los segmentos intercalados de losa puede estar superpuesto sobre el tablero horizontal superior de la viga, y ser fijado al mismo, y, preferiblemente, los tableros horizontales superiores de segmentos de losas adyacentes colocados en lados opuestos de la misma viga pueden conectarse entre sí, transfiriendo cargas de tracción entre los segmentos de losas adyacentes.

35 En este caso, el segmento de losa puede estar conectado con segmentos de losas adyacentes únicamente a través de regiones perimetrales de dos extremos opuestos de los mismos, obteniendo un segmento de losa con una continuidad estructural unidireccional con segmentos de losas adyacentes. De forma alternativa, el segmento de losa puede estar conectado con segmentos de losas adyacentes a través de regiones perimetrales de cuatro lados del segmento de losa, obteniendo una continuidad estructural bidireccional del segmento de losa con segmentos de losas adyacentes.

45 El tablero horizontal superior del segmento de losa está conectado con el tablero horizontal superior de un segmento de losas adyacentes directamente, a través de escalones progresivos superpuestos complementarios proporcionados en la zona perimetral de los tableros horizontales superiores o a través de conectores, para transferir cargas horizontales de tracción entre los mismos y/o el tablero horizontal inferior del segmento de losa está conectado con el tablero horizontal inferior de un segmento de losas adyacentes directamente, a través de escalones progresivos superpuestos complementarios proporcionados en la zona perimetral de los tableros horizontales inferiores o a través de conectores, para transferir cargas horizontales de compresión entre los mismos.

50 El segmento de losa puede estar soportado sobre el tablero horizontal superior del elemento estructural horizontal a través de las terceras superficies de asiento definidas en la superficie orientada hacia abajo del tablero horizontal superior del segmento de losa, y/o sobre el tablero horizontal inferior del elemento estructural horizontal a través de las terceras superficies de asiento, y/o sobre los segundos separadores del elemento estructural horizontal.

55 Cuando el segmento de losa está soportado sobre vigas, se puede colocar el segmento de losa por encima de la viga, con las terceras superficies de asiento definidas en el tablero horizontal inferior del segmento de losa o en los terceros separadores, estando soportadas dichas terceras superficies de asiento sobre el tablero horizontal superior, y fijadas al mismo, de la viga.

60 De forma alternativa, la viga puede estar embebida, al menos parcialmente, en el nivel de planta estructural, reduciendo el grosor total, y los segmentos de losas adyacentes colocados en lados opuestos de la viga pueden estar conectados entre sí directamente, a través de escalones progresivos superpuestos complementarios proporcionados en la zona perimetral de los tableros horizontales superiores o a través de conectores, para transferir cargas horizontales de tracción entre los mismos. El tablero horizontal inferior del segmento de losa también puede estar

65

conectado con el tablero horizontal inferior del segmento de losas adyacentes directamente, a través de escalones progresivos superpuestos complementarios proporcionados en la zona perimetral de los tableros horizontales inferiores o a través de conectores, para transferir cargas horizontales de compresión entre los mismos. Dichos conectores pueden estar integrados en la viga o pueden pasar a través de dicha viga.

5 La construcción de las vigas, de las losas, de los segmentos de losa, y su conexión a través de la región perimetral puede implementarse con independencia de la conexión de los elementos estructurales horizontales con el elemento estructural vertical, por lo tanto tales características pueden ser la base para una solicitud divisional.

10 Preferiblemente, el elemento estructural vertical tiene una sección transversal cuadrada o rectangular definida por dos puntales verticales, cubriendo cada uno dos esquinas del elemento estructural vertical que definen dos entradas al interior hueco del nodo estructural. Se pueden insertar dos elementos estructurales horizontales distintos en el interior hueco a través de dichas entradas, o un único elemento estructural horizontal puede pasar a través del interior hueco sobresaliendo a través de dichas dos entradas.

15 De forma alternativa, el elemento estructural vertical está definido por tres puntales verticales, cubriendo un puntal dos esquinas del elemento estructural vertical y estando colocados los otros dos puntales verticales en las dos esquinas restantes del elemento estructural vertical, definiendo tres entradas al interior hueco del nodo estructural.

20 Opcionalmente, el elemento estructural vertical está definido por cuatro puntales verticales colocados en cuatro esquinas del elemento estructural vertical que definen cuatro entradas al interior hueco del nodo estructural.

25 Algunos elementos de madera técnica conectados entre sí pueden tener una separación de tolerancia entre ellos, o una separación de tolerancia de hasta 25 mm entre ellos rellena de adhesivo endurecido cuando no se transmite ninguna carga de cizalladura a través de dicho adhesivo endurecido, o una separación de tolerancia de hasta 1 mm entre ellos rellena de adhesivo endurecido cuando se transmiten cargas de cizalladura a través de dicho adhesivo endurecido.

30 Se comprenderá que referencias a la posición geométrica, tales como paralelo, perpendicular, tangencial, etc. permiten desviaciones de hasta  $\pm 5^\circ$  desde la posición teórica definida por esta nomenclatura.

Se presentarán otras características de la invención a partir de la siguiente descripción detallada de una realización.

35 Breve descripción de las figuras

Se comprenderán más completamente lo anterior y otras ventajas y características a partir de la siguiente descripción detallada de una realización con referencia a los dibujos adjuntos, que han de ser tomados de forma ilustrativa y no limitante, en los que:

40 La Fig. 1a muestra una vista en perspectiva de un edificio en construcción utilizando el presente sistema estructural de madera técnica, mostrando esta figura una matriz cuadrada de dieciséis elementos estructurales verticales conectados que soportan un primer nivel de planta estructural cubierto por completo por segmentos de losa y que soportan una matriz de vigas para un segundo nivel de planta estructural superpuesto con el primer nivel de planta estructural, prolongándose los elementos estructurales verticales hacia arriba desde dicho segundo nivel de planta estructural listos para soportar una matriz de vigas de un tercer nivel de planta estructural;

50 la Fig. 1b muestra una vista en perspectiva de un edificio en construcción utilizando el presente sistema estructural de madera técnica, según una realización en la que la mitad del edificio tiene elementos estructurales verticales aislados y la otra mitad del edificio tiene paredes estructurales fabricadas de elementos estructurales verticales alineados;

55 la Fig. 1C muestra una vista en perspectiva de un edificio en construcción utilizando el presente sistema estructural de madera técnica, según una realización en la que los elementos estructurales horizontales son losas, conectado cada uno con uno o dos nodos estructurales, e incluyendo segmentos de losa colocados entre dichas losas, y soportados por las mismas, definiendo un nivel de planta;

la Fig. 2a muestra una viga según una realización que incluye dos listones verticales centrales paralelos;

la Fig. 2b muestra una vista despiezada de la viga de la Fig. 2a;

60 la Fig. 3a muestra una realización alternativa de la viga mostrada en la Fig. 2a que incluye un cable postensado comprendido entre los dos tableros verticales centrales paralelos;

la Fig. 3b es una vista despiezada de la Fig. 3a;

la Fig. 4 es una vista despiezada y una vista en perspectiva de un segmento de elemento estructural vertical que incluye cuatro segmentos de puntal vertical, un separador de elemento estructural vertical y cuatro primeras superficies de asiento concebidas para recibir y soportar cuatro vigas convergentes;

5 la Fig. 5a muestra una vista en perspectiva de una etapa de montaje de un nodo del sistema estructural en la que dos vigas alineadas están conectadas con un segmento de elemento estructural vertical, incluyendo el segmento de elemento estructural vertical dos segmentos de puntal vertical y dos primeras superficies de asiento, estando conectada una de las vigas con una de dichas primeras superficies de asiento y estando separada una viga en aras de la claridad;

10 la Fig. 5b muestra una etapa adicional de montaje del mismo nodo mostrado en la Fig. 5a, en donde ambas vigas convergentes están soportadas sobre las primeras superficies de asiento y en donde se muestran en una vista despiezada el conector superior, el conector inferior y el subsiguiente segmento de elemento estructural vertical;

15 la Fig. 5c muestra el nodo mostrado en las Figuras 5a y 5b completamente montado en donde los dos segmentos consecutivos de elemento estructural vertical tienen segmentos respectivos de puntal vertical adheridos entre sí produciendo un elemento estructural vertical continuo;

20 la Fig. 6A muestra una vista equivalente a la de la Fig. 5b, salvo por un nodo en el que se soportan cuatro vigas convergentes sobre cuatro primeras superficies de asiento del mismo segmento de elemento estructural vertical, salvo por un nodo en el que segmentos alineados sucesivos de puntal vertical están conectados entre sí a través de cuatro conectores verticales que rodean el nodo;

25 la Fig. 6B muestra el nodo mostrado en la Fig. 6A completamente montado en donde los dos segmentos consecutivos de elemento estructural vertical tienen respectivos segmentos de puntal vertical adheridos entre sí a través de dichos conectores verticales produciendo un elemento estructural vertical continuo;

30 la Fig. 6C muestra una sección transversal vertical a través de dos conectores verticales del nodo estructural mostrado en la Fig. 6B, en la que se muestra la transmisión de cargas verticales a través de uno de dichos conectores verticales como flechas verticales y en la que se muestran las separaciones de tolerancia entre el conector vertical y los segmentos de elemento estructural vertical rellenas de adhesivo endurecido;

35 la Fig. 6D muestra una sección transversal horizontal a través del conector inferior del nodo estructural mostrado en la Fig. 6B en donde se muestra la compresión del conector inferior por los cuatro tableros horizontales inferiores convergentes como flechas y en donde se muestran las separaciones de tolerancia entre el conector inferior y los elementos estructurales horizontales rellenas de adhesivo endurecido;

40 la Fig. 6E muestra una sección transversal horizontal a través del conector superior del nodo estructural mostrado en la Fig. 6B en donde las cargas de tracción en el lado derecho son mayores que las cargas de tracción en el lado izquierdo, produciendo una carga neta de tracción hacia la derecha que es transferida por el conector vertical a los dos puntales verticales del lado izquierdo del elemento estructural vertical y en donde se muestran rellenas las separaciones de tolerancia entre el conector superior y los puntales verticales de adhesivo endurecido;

45 la Fig. 6F muestra una realización alternativa de la Fig. 6A en la que las primeras superficies de asiento se proyectan hacia fuera desde el elemento estructural vertical y el espacio entre los elementos estructurales horizontales convergentes es ligeramente mayor, incluyendo un conector inferior más grande;

50 la Fig. 6G muestra el nodo mostrado en la Fig. 6A pero según una realización alternativa según la cual los conectores verticales no incluyen configuraciones de escalones progresivos y según la cual los segundos separadores de los elementos estructurales horizontales son tableros horizontales superpuestos apilados entre los tableros superior e inferior;

55 la Fig. 6H muestra el nodo mostrado en la Fig. 6A pero según una realización alternativa según la cual los conectores verticales, y los conectores superior e inferior, están fabricados de metal o fibra de carbono y no incluyen configuraciones de escalones progresivos y según la cual los segundos separadores de los elementos estructurales horizontales son tableros horizontales superpuestos apilados entre los tableros superior e inferior;

60 la Fig. 7A muestra una vista en perspectiva de una etapa de montaje de un nodo del sistema estructural en donde una losa incluye un tablero horizontal inferior, un tablero horizontal superior y segundos separadores definidos por nervaduras cruzadas, incluyendo la losa cuatro agujeros pasantes verticales en su centro y estando conectada con un segmento de elemento estructural vertical que incluye cuatro segmentos de puntal vertical, uno en cada agujero pasante vertical, y cuatro primeras superficies de asiento;

la Fig. 7B muestra el nodo mostrado en la Fig. 7A completamente montado en donde los dos segmentos consecutivos de elemento estructural vertical tienen respectivos segmentos de puntal vertical adheridos entre sí a través de dichos conectores verticales produciendo un elemento estructural vertical continuo;

5 la Fig. 8a muestra una realización equivalente a la mostrada en la Fig. 5b, salvo por un nodo en el que tres vigas convergen en el mismo segmento de elemento estructural vertical que incluye tres primeras superficies de asiento, dos vigas alineadas y una viga perpendicular a las otras dos vigas, y en donde el conector superior incluye tres brazos conectores horizontales;

10 la Fig. 8b muestra el nodo mostrado en la Fig. 8a que incluye, además, conectores verticales, que se muestran en una posición despiezada, que han de ser adheridos a las superficies del pilar vertical de dos segmentos sucesivos de puntal vertical del elemento estructural vertical;

la Fig. 9a muestra una vista en perspectiva de una matriz de vigas con un segmento de losa, compuesta de tres  
15 segmentos de losa, instalado en la misma, mostrándose el segmento central de losa en una vista despiezada;

la Fig. 9b muestra lo mismo que la Fig. 9a pero estando instalados los tres segmentos de losa en la matriz de vigas, mostrando las juntas de segundas de nervaduras y las juntas de planchas superiores en una vista despiezada;

20 la Fig. 9C es una vista en sección despiezada de una viga y dos segmentos de losas adyacentes soportados sobre dichas vigas;

la Fig. 9D es la misma vista que la de la Fig. 9C pero en una posición montada, en la que el tablero horizontal superior y la plancha horizontal inferior de ambos segmentos de losas adyacentes están conectados entre sí;

25 las Figuras 9E, 9F y 9G muestran una sección transversal de tres realizaciones alternativas de dos segmentos de losas adyacentes soportados sobre una viga, distintas de la realización mostrada en la Fig. 9D;

la Fig. 10 muestra una vista en perspectiva de una matriz de vigas de un nivel de planta estructural que incluye una  
30 vista esquemática de la disposición de los cables postensados de losa en el nivel de planta estructural, mostrando, para cada segmento de losa, únicamente dos nervaduras primera y segunda por razones de claridad;

la Fig. 11 muestra una vista en perspectiva de una pared estructural que comprende una viga soportada sobre múltiples  
35 elementos estructurales verticales alineados, incluyendo cada uno dos puntales verticales y dos conectores verticales, incluyendo la viga una porción reforzada con un tablero horizontal inferior adicional para una abertura de puerta, y estando conectado un extremo de la viga con otras dos vigas por medio de un conector superior y un conector inferior. En los dibujos se ha añadido un sombreado en las superficies en las que se aplica adhesivo.

#### 40 Descripción detallada de una realización

Se comprenderán más completamente lo anterior y otras ventajas y características a partir de la siguiente descripción  
45 detallada de una realización con referencia a los dibujos adjuntos, que han de ser tomados de forma ilustrativa y no limitante.

Según una realización, se puede utilizar el sistema estructural de madera técnica de la presente invención para  
50 construir un edificio de múltiples plantas con múltiples niveles de planta estructurales apilados, por ejemplo, entre cinco y veinte niveles de planta estructurales, siendo cada elemento estructural vertical 10 un elemento estructural vertical aislado conectado con dos, tres o cuatro elementos estructurales horizontales 120, 20, en forma de vigas 20, que convergen en un nodo estructural de dicho elemento estructural vertical 10 para cada nivel de planta estructural. En esos edificios, los nodos estructurales son, preferiblemente, nodos rígidos que conectan las vigas y los elementos estructurales verticales. De forma similar, el elemento estructural horizontal puede ser una o varias losas 120 conectadas con el nodo estructural del elemento estructural vertical 10.

De forma alternativa, el edificio puede incluir elementos rígidos que cubren toda la altura del edificio, tal como una  
55 parte central rígida (normalmente, el hueco de la escalera o del ascensor) o elementos diagonales que conectan algunos nodos estructurales de distintos niveles.

El sistema estructural propuesto de madera técnica también puede ser utilizado para construir un edificio de múltiples  
60 plantas con paredes estructurales, por ejemplo una construcción de armazón de globo o de plataforma, estando fabricadas dichas paredes estructurales de una sucesión de elementos estructurales verticales alineados paralelos que soportan un elemento estructural horizontal continuo, en forma de una viga o de una losa.

El sistema estructural propuesto de madera técnica también permite una estructura mixta que combina paredes  
65 estructurales, fabricadas de elementos estructurales verticales alineados que soportan una viga, y elementos estructurales verticales aislados, según se muestra en la Fig. 1b, en cuyo caso las paredes estructurales pueden actuar

como un núcleo rígido para los elementos estructurales verticales aislados, en cuyo caso la rigidez de los nodos estructurales es opcional.

5 En la Fig. 1A se muestra un ejemplo de un edificio construido parcialmente en el que todos los elementos estructurales horizontales son vigas horizontales 20 ortogonales entre sí definiendo una matriz cuadrada de vigas 20 para cada nivel de planta estructural.

10 Según se muestra en las Figuras 2a y 2b, cada viga 20 comprende un tablero horizontal superior 21 y un tablero horizontal inferior 22 paralelos entre sí separados una distancia y conectados entre sí a través de segundos separadores 23, que en la presente realización son dos tableros verticales centrales paralelos perpendiculares a dichos tableros horizontales superior e inferior 21 y 22 y están adheridos a los mismos, proporcionando una viga 20 con forma de I con un tablero vertical central doble. Esta forma tiene una relación óptima entre resistencia, coste y peso.

15 En la presente realización, el tablero horizontal superior 21 y el tablero horizontal inferior 22, resistiendo ambos principalmente cargas paralelas a su longitud principal, están fabricados de madera de virutas laminadas.

20 Cada uno de los dos tableros verticales centrales paralelos tiene dos porciones extremas 23a. Cada porción extrema 23a, que en este ejemplo está fabricada de un material resistente de madera técnica tal como madera contrachapada, es adyacente a un elemento estructural vertical 10 sobre el que se soporta la viga 20, el resto de dichos dos tableros verticales centrales paralelos, entre las dos porciones extremas 23a, está fabricado en este ejemplo de un material más económico y menos resistente de madera técnica, tal como un tablero de virutas orientadas debido a que en esa porción central las cargas son mucho menores que en las porciones extremas 23a.

25 Según se muestra, por ejemplo, en las Figuras 4 y 5a, cada elemento estructural vertical 10 incluye una primera superficie 11 de asiento para cada elemento estructural horizontal soportado sobre dicho elemento estructural vertical 10, y el elemento estructural horizontal incluye una segunda superficie de asiento configurada para ser soportada encima de dicha primera superficie 11 de asiento.

30 Cuando se transfieren cargas reducidas desde el elemento estructural horizontal al elemento estructural vertical 10, por ejemplo cuando se soporta una viga 20 sobre múltiples elementos estructurales verticales alineados 10, según se muestra, por ejemplo, en la Fig. 11, la viga 20 puede estar soportada sobre la primera superficie 11 de asiento de cada elemento estructural vertical 10 a través de segundas superficies de asiento definidas en el tablero horizontal inferior 22, comprimiendo dicho tablero horizontal inferior 22 en una dirección vertical que es subóptima pero suficientemente resistente para tales cargas reducidas.

35 Cuando las cargas transferidas desde la viga 20 hasta los elementos estructurales verticales 10 son significativas, por ejemplo cuando se soporta una viga larga comprendida entre 3 m y 8 m sobre los elementos estructurales verticales 10 únicamente por sus extremos, la porción extrema 23a de dichos dos tableros verticales centrales de cada viga 20 estará soportada verticalmente sobre dicha primera superficie 11 de asiento, transfiriendo las cargas verticales desde la viga 20 hasta el elemento estructural vertical 10 en una dirección paralela a la superficie principal de los tableros verticales centrales que es óptima para la transferencia de cargas.

40 Debido a que esta transferencia de cargas genera cargas de compresión y cargas de cizalladura sobre dicha porción extrema 23a de los tableros verticales centrales, dichas porciones extremas 23a están fabricadas, preferiblemente, de madera técnica incluyendo fibras de chapa en distintas direcciones, tal como madera contrachapada.

45 En el ejemplo mostrado en las figuras, cada primera superficie 11 de asiento puede comprender dos tableros verticales y paralelos perpendiculares a los tableros verticales centrales que han de ser soportados, incluyendo cada tablero una entalladura central entre dos áreas horizontales de soporte. Se concibe que cada una de las áreas de soporte haga contacto con uno de los dos tableros verticales centrales de la viga 20 que ha de ser soportado y se concibe que la entalladura central aloje la porción extrema 22a del tablero horizontal inferior 22 de la viga 20 soportada sobre dicha primera superficie 11 de asiento, evitando el contacto entre dicha porción extrema 22a y la primera superficie 11 de asiento. De forma alternativa, las primeras superficies 11 de asiento son un bloque de madera técnica fijado a los puntales verticales.

50 Según la realización mostrada en las figuras, cada elemento estructural vertical 10 incluye múltiples puntales verticales 12 continuos por toda la longitud del edificio, estando separados dichos puntales verticales 12 en la dirección horizontal por separadores 14 de elemento estructural vertical colocados entre dichos puntales 12, y adheridos a los mismos, generando un elemento estructural vertical hueco 10. La separación entre los puntales 12 del elemento estructural vertical 10 permite la inserción de la porción extrema de todas las vigas que convergen en dicho elemento estructural vertical 10, incluyendo las porciones extremas 23a de los tableros verticales centrales correspondientes, en dicho espacio entre los puntales 12 del elemento estructural vertical 10, permitiendo la continuidad vertical de los puntales 12, que rodean la porción extrema de las vigas 20.

60

## ES 3 000 014 T3

- 5 Las primeras superficies 11 de asiento también están incluidas entre los puntales 12, y adheridas a los mismos, estando intercaladas dichas primeras superficies 11 de asiento entre los puntales 12, y conectadas con los mismos, en el elemento estructural vertical hueco, permitiendo la transferencia de cargas desde las vigas 20 hasta el elemento estructural vertical 10 en un área cercana al centro geométrico del elemento estructural vertical 10, reduciendo las cargas de flexión generadas en el elemento estructural vertical 10.
- 10 Las cargas transferidas desde las vigas 20 hasta los elementos estructurales verticales 10 a través de dichas primeras superficies 11 de asiento están concentradas en dichos puntales 12, acumuladas desde los múltiples niveles de planta estructurales y conducidas hasta la cimentación en la que se soportan los elementos estructurales verticales 10.
- 15 Las múltiples vigas 20 del mismo nivel de planta estructural que convergen en el mismo elemento estructural vertical 10 están conectadas entre sí al menos a través de un conector superior 40 y a través de un conector inferior 50, según se muestra en las Figuras 5b a 8b.
- 20 El conector superior 40 es una plancha horizontal plana que incluye tantos brazos conectores horizontales 41 como vigas 20 del mismo nivel de planta estructural convergen en dicho elemento estructural vertical 10, coincidiendo la distribución angular de dichos brazos conectores horizontales 41 con la distribución angular de las vigas 20 que convergen en dicho elemento estructural vertical 10.
- 25 Cada brazo conector horizontal 41 se adhiere a la porción extrema 21a de un tablero horizontal superior 21 de una viga 20 soportada sobre dicho elemento estructural vertical 10. Dicho conector superior 40 transmite cargas entre los tableros horizontales superiores 21 de todas las vigas 20 que convergen en dicho elemento estructural vertical 10.
- 30 Según una realización preferida mostrada en las figuras, la porción extrema 21a de cada tablero horizontal superior 21 y el brazo conector horizontal 41 adherido al mismo incluyen escalones progresivos rebajados complementarios acoplados y adheridos entre sí, siendo cada escalón una superficie plana paralela a la superficie principal orientada hacia arriba del tablero horizontal superior 21. Dicha conexión a través de escalones progresivos rebajados produce una transferencia distribuida de las cargas y también permite que el conector superior 41 esté a ras con dicha superficie principal orientada hacia arriba del tablero horizontal superior 21 de la viga 20. Dicho conector superior 40 está fabricado, preferiblemente, de madera técnica que incluye fibras de chapa en direcciones distintas, tal como madera contrachapada.
- 35 El conector inferior 50 comprende un bloque con forma ahusada, por ejemplo una forma troncopiramidal invertida, insertado de forma ajustada en una dirección descendente entre la porción extrema 22a de los tableros horizontales inferiores 22 de las vigas 20 del mismo nivel de planta estructural que convergen en el mismo elemento estructural vertical 20. Dicho conector inferior 50 transmite cargas entre los tableros horizontales inferiores 22 de las vigas convergentes 20 del mismo nivel de planta estructural.
- 40 Cada tablero horizontal inferior 22 puede incluir un refuerzo adherido a su porción extrema 22a, entre los dos tableros verticales centrales de la viga 20, produciendo un aumento en el grosor y en la resistencia de dicha porción extrema 22a del tablero horizontal inferior 22 que hace contacto con el conector inferior 50.
- 45 Según se muestra en las Figuras 5b, 6a y 8a, dicho conector inferior 50 es un bloque con forma ahusada insertado en el centro del elemento estructural vertical hueco 10 definido entre los puntales verticales 12 constitutivos de dicho elemento estructural vertical 10, entre la porción extrema de las vigas convergentes 20, siendo comprimido dicho conector inferior 50 entre la porción extrema 22a de los tableros horizontales inferiores 22 de las vigas convergentes 20 del mismo nivel de planta estructural.
- 50 Opcionalmente, cada viga 20 también puede estar conectada con el elemento estructural vertical 10 a través de al menos un conector vertical 60 fabricado de una plancha vertical de madera técnica, según se muestra en las Figuras 7a a 8b.
- 55 Cada conector vertical 60 está adherido a una superficie 10a del pilar vertical de un puntal vertical 12 del elemento estructural vertical 10, por debajo y por encima del nodo estructural.
- 60 Dicho conector vertical 60 transmite cargas de cizalladura, de flexión y de torsión desde las vigas 20 hasta los puntales 12 del elemento estructural vertical 10, y está fabricado, preferiblemente, de madera técnica incluyendo fibras de chapa en distintas direcciones, tal como madera contrachapada.
- 60 Cada puntal 12 de un elemento estructural vertical continuo individual 10 está fabricado, normalmente, de múltiples segmentos sucesivos 13 de puntal vertical conectados rígidamente entre sí, teniendo cada segmento 13 de puntal vertical la misma altura que la distancia entre niveles de planta estructurales sucesivos.

## ES 3 000 014 T3

Según la realización mostrada en las Figuras 5b y 5c, dos segmentos sucesivos 13 de puntal vertical constitutivos del mismo puntal 12 incluyen escalones progresivos rebajados complementarios en sus extremos que están acoplados y adheridos entre sí proporcionando una continuidad vertical y una transmisión vertical de cargas.

5 Según una realización alternativa, mostrada en las Figuras 7a a 8b, dos segmentos sucesivos 13 de puntal vertical constitutivos del mismo puntal 12 están conectados entre sí a través del conector vertical 60 adherido a la superficie 10a del pilar vertical de los segmentos 13 de puntal vertical colocados por debajo de la viga 20 y a la superficie 10a del pilar vertical de los segmentos 13 de puntal vertical colocados por encima de la viga 20.

10 Preferiblemente, cada uno de dichos segmentos 13 de puntal vertical está conectado con el conector vertical 60 a través de escalones progresivos rebajados complementarios paralelos a la superficie 10a del pilar vertical incluida en los segmentos 13 de puntal vertical y en el conector vertical 60, para proporcionar una transmisión distribuida de cargas. Dichos escalones progresivos rebajados complementarios proporcionan una continuidad vertical y una transmisión vertical de cargas.

15 En algunos casos, se prefiere conectar segmentos 13 de puntal vertical que tienen distinta área en sección transversal, teniendo, normalmente, los segmentos inferiores 13 del puntal vertical una mayor área en sección transversal para soportar mayores cargas acumuladas, produciendo un elemento estructural vertical 10 con una sección creciente y una resistencia creciente.

20 Todas las realizaciones descritas con respecto a la conexión entre una o varias vigas 20 y un nodo estructural de un elemento estructural vertical 10 también son aplicables a una conexión entre una o varias losas 120 y el nodo estructural del elemento estructural vertical 10, por ejemplo, según se muestra en las Figuras 7A y 7B.

25 En esos ejemplos, la losa 120 incluye en su región central tantos agujeros pasantes verticales de forma cuadrada como puntales verticales tiene el elemento estructural vertical sobre el que está soportada, cuatro en este ejemplo, definiendo una porción ramificada entre los agujeros pasantes que está alojada en el interior hueco del elemento estructural vertical. Como será evidente, cuando se soportan varias losas 120 sobre el mismo nodo estructural, el número de agujeros pasantes verticales en cada losa 120 solo es una porción del número total de puntales verticales del elemento estructural vertical sobre el cual se soportan y dichos agujeros pasantes serán, entonces, adyacentes a un borde o a una esquina de la losa 120.

35 En el ejemplo mostrado en las Figuras 7A y 7B, los segundos separadores 23 de la losa 120 son un conjunto de nervaduras cruzadas y la segunda superficie de asiento incluye una región de dichos segundos separadores presentes con mayor densidad. También en este ejemplo, el tablero superior del elemento estructural horizontal incluye un refuerzo definido por una porción engrosada del tablero superior, que coincide con la porción ramificada definida entre los agujeros pasantes verticales, para mejorar la resistencia horizontal del tablero superior en dicha región.

40 El armazón definido entre cuatro vigas ortogonales 20 del mismo nivel de planta estructural está cubierto por un segmento 30 de losa soportado sobre dichas vigas 20.

45 Cada segmento 30 de losa incluye un tablero horizontal superior 33, un tablero horizontal inferior 34 paralelos entre sí y conectados entre sí a través de primeras nervaduras 31 paralelas entre sí y segundas nervaduras 32 perpendiculares a las primeras nervaduras 31 intercaladas entre dichos tableros horizontales superior e inferior 33 y 34.

El tablero horizontal superior 33 es mayor que el área del espacio hueco definido entre dichas vigas 20 sobre las que está soportado el segmento 30 de losa. El tablero horizontal superior 33 incluye una zona perimetral soportada sobre los tableros horizontales superiores 21, y adherida a los mismos, de dichas vigas 20.

50 El tablero horizontal superior 33 está conectado con el tablero horizontal superior 33 de segmentos 30 de losas adyacentes, por ejemplo a través de escalones progresivos rebajados complementarios proporcionados en la zona perimetral de los tableros horizontales superiores 33 de ambos tableros horizontales superiores 33 de segmentos 30 de losas adyacentes conectados entre sí o a través de conectores superiores 36 de la plancha adheridos a la zona perimetral de los tableros horizontales superiores 33 de ambos tableros horizontales superiores de segmentos 30 de losas adyacentes conectados entre sí. En este caso, los conectores superiores 36 de la plancha son listones alargados que conectan la zona perimetral de ambos tableros horizontales superiores 33, insertándose, preferiblemente, dichos listones alargados en áreas rebajadas de dicha zona perimetral y estando a ras con los tableros horizontales superiores 33, según se muestra en la Fig. 1.

60 El tablero horizontal inferior 34 es igual o menor que el área del espacio hueco definido entre dichas vigas 20 sobre las cuales se soporta el segmento 30 de losa. Dicho tablero horizontal inferior 34 incluye una zona perimetral adherida a las vigas circundantes 20, preferiblemente a los tableros verticales centrales circundantes de dichas vigas 20, a través de un conector 35 de la plancha inferior, que, en este ejemplo, es un listón adherido a la zona perimetral del tablero horizontal inferior 34, por ejemplo a través de escalones progresivos rebajados complementarios adheridos entre sí, y al tablero vertical central.

65

## ES 3 000 014 T3

5 En la presente realización, el al menos un tablero vertical central de la viga 20 son dos tableros verticales centrales paralelos que incluyen una configuración de compresión entre los mismos para transmitir cargas desde entre los conectores inferiores 35 de la plancha de dos segmentos distintos de losa adheridos en ambos lados de la misma viga 20. En este ejemplo, la configuración de compresión es una nervadura transversal intercalada entre los dos tableros verticales centrales paralelos, perpendiculares a dichos dos tableros verticales centrales y paralelos a los tableros horizontales inferiores 34, y preferiblemente coplanarios con los mismos, de ambos segmentos 30 de losas adyacentes.

10 El segmento propuesto 30 de losa puede dividirse en tres segmentos adyacentes y coplanarios 30a, 30b y 30c de losa, teniendo cada uno aproximadamente un tercio de la superficie total del segmento 30 de losa, incluyendo cada segmento 30a, 30b y 30c de losa una porción del tablero horizontal superior 33, una porción del tablero horizontal inferior 34, varias primeras nervaduras 31 y una porción de todas las segundas nervaduras 32, estando conectados dichos tres segmentos 30a, 30b y 30c de losa entre sí a través de juntas de losa.

15 Cada junta de losa incluye una junta de plancha superior, una junta de plancha inferior y una junta de segunda nervadura para cada segunda nervadura individual 32.

20 La junta de plancha superior comprende un conector 37 de junta de plancha superior adherido a dos porciones adyacentes del tablero horizontal superior 33 en un área de conexión adyacente a un borde entre dos segmentos adyacentes 30a, 30b, 30c de losa conectados entre sí, por ejemplo a través de escalones progresivos rebajados complementarios proporcionados en el conector 37 de junta de plancha superior y en el área de conexión del tablero horizontal superior adyacente,

25 estando acoplados dichos escalones progresivos rebajados complementarios y adheridos entre sí.

30 La junta de plancha inferior comprende escalones progresivos rebajados complementarios proporcionados en dos porciones adyacentes del tablero horizontal inferior 34 en un área de conexión adyacente a un borde entre dos segmentos adyacentes 30a, 30b, 30c de losa conectados entre sí, estando acoplados dichos escalones progresivos rebajados complementarios y adheridos entre sí.

De forma alternativa, dicha junta de plancha inferior comprende un conector de plancha inferior adherido a dos porciones adyacentes del tablero horizontal inferior 34 en un área de conexión adyacente a un borde entre dos segmentos adyacentes 30a, 30b, 30c de losa conectados entre sí.

35 Cada junta de segunda nervadura comprende escalones progresivos rebajados complementarios proporcionados en dos porciones adyacentes de la segunda nervadura 32 en un área de conexión adyacente a un borde entre dos segmentos adyacentes 30a, 30b, 30c de losa conectados entre sí, estando acoplados dichos escalones progresivos rebajados complementarios y adheridos entre sí.

40 De forma alternativa, cada junta de segunda nervadura comprende un conector 39 de segunda nervadura, en este caso una pieza plana pequeña fabricada de madera técnica adherida a dos porciones adyacentes de la segunda nervadura 32 en un área de conexión adyacente a un borde entre dos segmentos adyacentes 30a, 30b, 30c de losa conectados entre sí, proporcionando una continuidad estructural entre las porciones de la segunda nervadura 32 conectadas a través de la misma.

45 Normalmente, los tres segmentos 30a, 30b y 30c de losa están instalados adyacentes entre sí, soportando dichos segmentos 30a, 30b y 30c de losa sobre las vigas circundantes 20 a través de la zona perimetral del tablero horizontal superior 33 y respectivas porciones del tablero horizontal inferior están conectadas entre sí a través de las juntas de plancha inferior. Entonces, las porciones de las segundas nervaduras 32 de los distintos segmentos 30a, 30b y 30c de losa están conectadas entre sí por medio de las juntas de segunda nervadura. Finalmente, las porciones de tablero horizontal superior están conectadas entre sí por medio de los conectores 37 de junta de plancha superior adheridos a las mismas.

50 Según una realización adicional, cada segmento 30 de losa es un segmento de losa postensada que incluye varios cables postensados 73 de losa paralelos a las primeras nervaduras 31, extendiéndose cada cable postensado 73 de losa a través del segmento 30 de losa en tensión y teniendo extremos opuestos adyacentes a la zona perimetral del tablero horizontal superior 33 y teniendo una región central adyacente al tablero horizontal inferior 34 del segmento 30 de losa, proporcionando un aumento en la resistencia estructural total del segmento 30 de losa.

60 Opcionalmente, el segmento de losa comprende, además, varios cables postensados 73 de losa paralelos a las segundas nervaduras 32, proporcionando un postensado bidireccional del segmento 30 de losa.

Cuando múltiples segmentos consecutivos 30 de losa son segmentos de losa postensada, al menos algunos de los cables postensados 73 de losa pueden ser continuos a lo largo de todos los referidos segmentos consecutivos 30 de

losa. En ese caso, los cables postensados 73 de losa pasan desde un segmento 30 de losa al adyacente por encima de la viga 20 intercalados entre dichos segmentos 30 de losas adyacentes.

5 También se contempla que dichos cables postensados 73 de losa se inserten en manguitos de cable de losa, incluyendo cada segmento 30 de losa un manguito de cable de losa para cada cable postensado 73 de losa que reproduce su recorrido, estando conectados entre sí los manguitos de cable de losa de los segmentos 30 de losas adyacentes a través de conectores de manguito colocados por encima de las vigas 20 intercalados entre los segmentos 30 de losas adyacentes. De esa forma, los manguitos de cable de losa pueden instalarse en los segmentos de losa antes de la instalación de dichos segmentos 30 de losa en el sistema estructural, y luego conectarse entre sí a través de los conectores de manguito una vez en su lugar.

10 De forma similar, cada viga 20 puede ser una viga postensada que incluye al menos un cable postensado 70 entre los dos extremos opuestos de la misma, reteniendo los extremos opuestos de dicha viga 20 el al menos un cable postensado 70 en una posición superior adyacente al tablero horizontal superior 21 y reteniendo una región central de dicha viga al menos una viga 20, colocada entre dichos extremos opuestos, el al menos un cable postensado 70 en una posición inferior adyacente al tablero horizontal inferior 22. En el ejemplo mostrado en las Figuras 3a y 3b, se coloca el cable postensado 70 entre dos tableros verticales centrales paralelos, y la viga 20 incluye tres elementos de retención de cable intercalados entre dichos dos tableros verticales centrales paralelos, y perpendiculares a los mismos. Un elemento de retención de cable se encuentra en el centro de la viga, reteniendo el cable postensado 70 en su extremo inferior, y dos elementos de retención de cable se encuentran en los extremos opuestos de la viga, reteniendo cada uno el cable postensado 70 en sus extremos superiores respectivos, definiendo un cable postensado 70 con forma de V.

15 Además, múltiples vigas consecutivas 20 pueden incluir al menos un cable postensado continuo 70 que pasa a lo largo de todas las referidas vigas consecutivas 20. Opcionalmente, dicho cable pretensado continuo 70 puede insertarse en un manguito de cable preinstalado en cada viga 20, estando conectados entre sí los manguitos de cable de todas las referidas vigas consecutivas 20 a través de conectores de manguito.

20 Se comprenderá que diversas partes de una realización de la invención pueden combinarse libremente con partes descritas en otras realizaciones, incluso siendo dicha combinación no descrita explícitamente, siempre que tal combinación esté dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas y que no haya ningún perjuicio en tal combinación.

25 Distintos subelementos constitutivos del sistema estructural propuesto de madera técnica pueden producirse por separado en una fábrica, ser transportados hasta el sitio de construcción, y montados entre sí posteriormente y fijados utilizando adhesivos para obtener la estructura.

30 Los citados subelementos constitutivos del sistema propuesto pueden incluir, por ejemplo, los elementos estructurales horizontales, los segmentos de losa y los segmentos de elemento estructural vertical correspondientes a porciones de un elemento estructural vertical 10, incluyendo cada segmento de elemento estructural vertical al menos un nodo estructural, los conectores superiores y los conectores inferiores.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema estructural de madera técnica fabricado de componentes de madera técnica, que incluye:

5 al menos un elemento estructural vertical (10) con varios nodos estructurales en distintas posiciones verticales, correspondientes a distintos niveles de planta;

múltiples elementos estructurales horizontales (20, 120) fabricado cada uno de un tablero horizontal superior (21) y un  
10 tablero horizontal inferior (22) enfrentados entre sí, separados entre sí en una dirección vertical y conectados rígidamente entre sí a través de segundos separadores (23) comprendidos entre dichos tableros horizontales superior e inferior (21, 22);

en el que múltiples elementos estructurales horizontales (20, 120) del mismo nivel de planta están soportados en el mismo nodo estructural y están conectados de manera rígida entre sí a través de un conector superior (40) al menos  
15 parcialmente superpuesto, y fijado, a todos los elementos estructurales horizontales (20, 120) soportados en dicho nodo estructural para transferir cargas horizontales de tracción entre los tableros horizontales superiores (21) de los elementos estructurales horizontales conectados (20, 120);

20 caracterizado porque

los múltiples elementos estructurales horizontales (20, 120) soportados en el mismo nodo estructural están conectados de manera rígida entre sí también a través de un conector inferior (50) situado entre los elementos estructurales  
25 horizontales (20, 120) convergentes en dicho nodo estructural y en contacto estrecho con los mismos para transferir cargas horizontales de compresión entre los elementos estructurales horizontales (20, 120) convergentes.

2. El sistema estructural de madera técnica según la reivindicación 1, en el que el conector superior está adherido al tablero horizontal superior de los elementos estructurales horizontales convergentes en dicho nodo estructural.

3. El sistema estructural de madera técnica según la reivindicación 1 o 2, en el que el elemento estructural vertical (10) incluye, en cada nodo estructural, al menos una primera superficie (11) de asiento y en el que al menos un elemento  
30 estructural horizontal (20, 120) soportado en cada nodo estructural incluye al menos una segunda superficie de asiento soportada y verticalmente superpuesta sobre la al menos una primera superficie (11) de asiento del elemento estructural vertical (10).

4. El sistema estructural de madera técnica según cualquier reivindicación precedente, en el que cada conector inferior (50) está:

en contacto directo con los elementos estructurales horizontales (20, 120) convergentes o en contacto con los mismos mediante adhesivo endurecido intercalado; y/o

40 al menos parcialmente superpuesto por todos los elementos estructurales horizontales (20, 120) soportados en dicho nodo estructural, y fijado a los mismos.

5. El sistema estructural de madera técnica según la reivindicación 3, en el que cada conector inferior (50) está al menos parcialmente superpuesto por las segundas superficies de asiento de todos los elementos estructurales  
45 horizontales (20, 120), y fijado a las mismas, soportados en dicho nodo estructural para transferir cargas horizontales de compresión entre los tableros horizontales inferiores (22) de los elementos estructurales horizontales (20, 120) conectados.

6. El sistema estructural de madera técnica según cualquier reivindicación precedente, en el que el conector superior (40) y/o el conector inferior (50) incluyen varios brazos conectores horizontales radiales (41) que rodean una porción central, estando fijado cada brazo conector horizontal radial (41), o estando fijado, a través de escalones progresivos rebajados complementarios, a un elemento estructural horizontal (20, 120).

7. El sistema estructural de madera técnica según cualquier reivindicación precedente, en el que el conector superior (40) y/o el conector inferior (50) están fabricados de madera técnica, metal, adhesivos endurecidos y/o fibra de carbono.

8. El sistema estructural de madera técnica según cualquier reivindicación precedente, en el que el elemento estructural horizontal (20, 120) es

una viga (20), o

una viga con forma de I, o

65

una viga postensada que incluye al menos un cable postensado (70) entre dos extremos opuestos de la misma; o

múltiples vigas consecutivas alineadas (20) que incluyen al menos un cable postensado continuo (70) que pasa a lo largo de todas las referidas vigas consecutivas (20).

5 9. El sistema estructural de madera técnica según cualquier reivindicación precedente, en el que los segundos separadores (23) incluyen uno o varios tableros verticales centrales y/o varios tableros verticales centrales dispuestos en direcciones ortogonales y/o una espuma rígida que conecta rígidamente los tableros horizontales superior e inferior (21, 22) y/o varios tableros horizontales apilados y/o varios tableros horizontales apilados con fibras orientadas paralelos entre sí y/o varios tableros horizontales apilados con fibras orientadas distribuidas en direcciones perpendiculares en tableros sucesivos.

15 10. El sistema estructural de madera técnica según la reivindicación 3, en el que la segunda superficie de asiento es una región, o una región reforzada, del tablero horizontal inferior (22) y/o una porción, o una porción reforzada, del segundo separador (23) no cubierta por el tablero horizontal inferior (22) y/o una porción, o una porción reforzada, del tablero superior extendido en voladizo desde el resto del elemento estructural horizontal, y en el que la segunda superficie de asiento está soportada sobre la primera superficie (11) de asiento directamente o a través de un elemento intercalado o un elemento intercalado de madera técnica, metal o plástico.

20 11. El sistema estructural de madera técnica según la reivindicación 3, en el que, en al menos un nodo estructural:

los tableros horizontales superior e inferior (21, 22) de al menos un elemento estructural horizontal (20, 120) conectado con dicho nodo estructural, y los conectores superior e inferior fijados al mismo, están separados del elemento estructural vertical (10) una distancia de separación, y las superficies primera y segunda de asiento están configuradas para reducir o evitar la transmisión de fuerzas de flexión, definiendo una junta articulada entre el elemento estructural horizontal (20, 120) y el elemento estructural vertical (10); o

30 los tableros horizontales superior e inferior (21, 22), del al menos un elemento estructural horizontal (20, 120) conectado con dicho nodo estructural, se encuentran, respectivamente, en contacto directo o conectados a través de adhesivos endurecidos con lados verticales opuestos del elemento estructural vertical (10), transmitiendo fuerzas de flexión al elemento estructural vertical (10) que definen una junta rígida entre el elemento estructural horizontal (20, 120) y el elemento estructural vertical (10); o

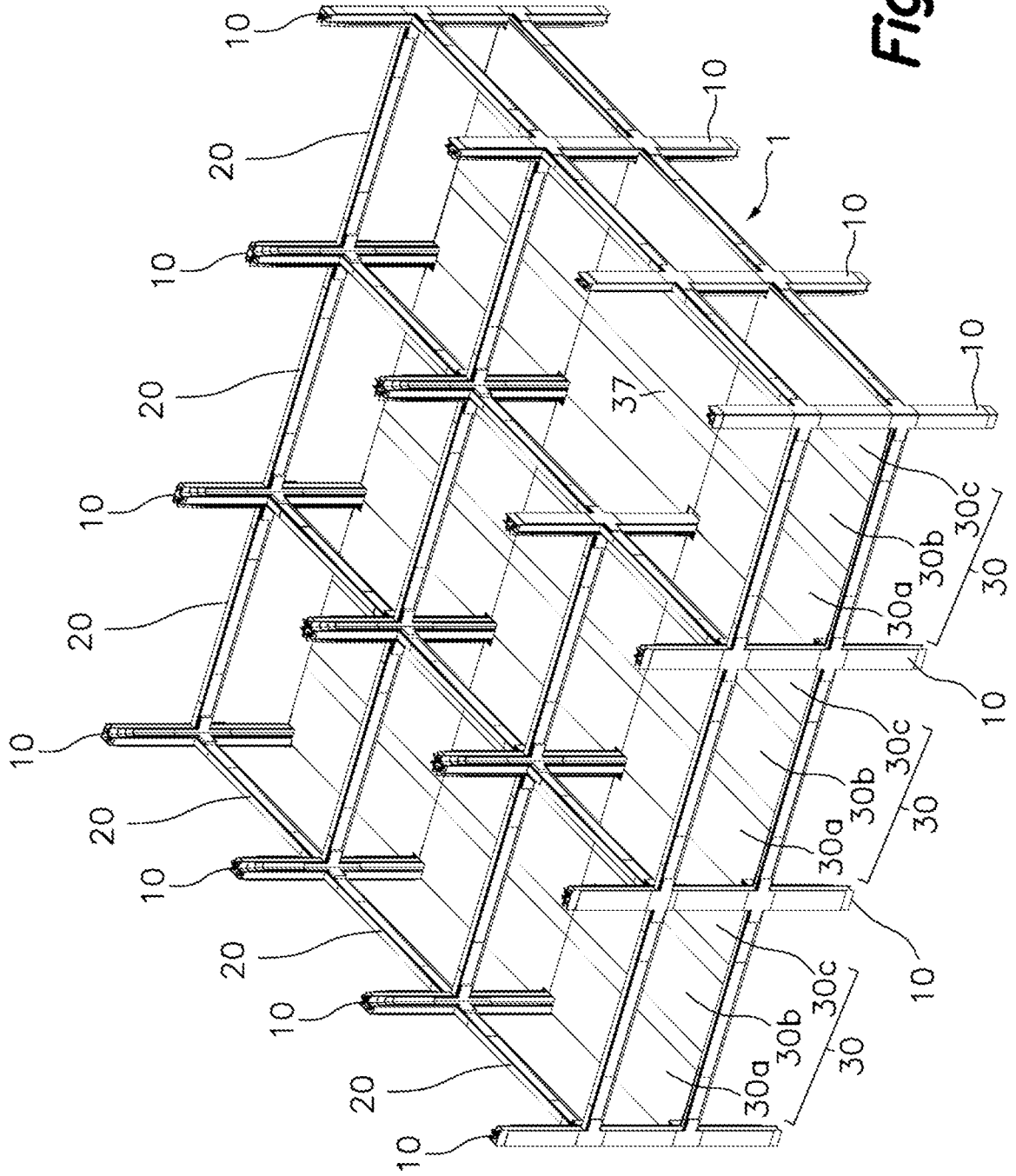
35 los tableros horizontales superior e inferior (21, 22), del al menos un elemento estructural horizontal (20, 120) conectado con dicho nodo estructural, y/o los conectores superior e inferior fijados al mismo, se encuentran, respectivamente, en contacto directo o conectados a través de adhesivos endurecidos con lados verticales opuestos del elemento estructural vertical (10), transmitiendo fuerzas de flexión del elemento estructural vertical (10) que definen una junta rígida entre el elemento estructural horizontal (20, 120) y el elemento estructural vertical (10).

40 12. El sistema estructural de madera técnica según cualquier reivindicación precedente, en el que los elementos estructurales horizontales (20, 120) del mismo nivel de planta están separados una distancia de separación y la distancia de separación es cubierta por uno o varios segmentos (30) de losa soportados sobre los elementos estructurales horizontales (20, 120) que rodean dicha distancia de separación, incluyendo cada segmento (30) de losa un tablero horizontal superior (33) y un tablero horizontal inferior (34) enfrentados entre sí, separados entre sí en una dirección vertical y conectados rígidamente entre sí a través de terceros separadores (31, 32) comprendidos entre los tableros horizontales superior e inferior (33, 34) del segmento (30) de losa.

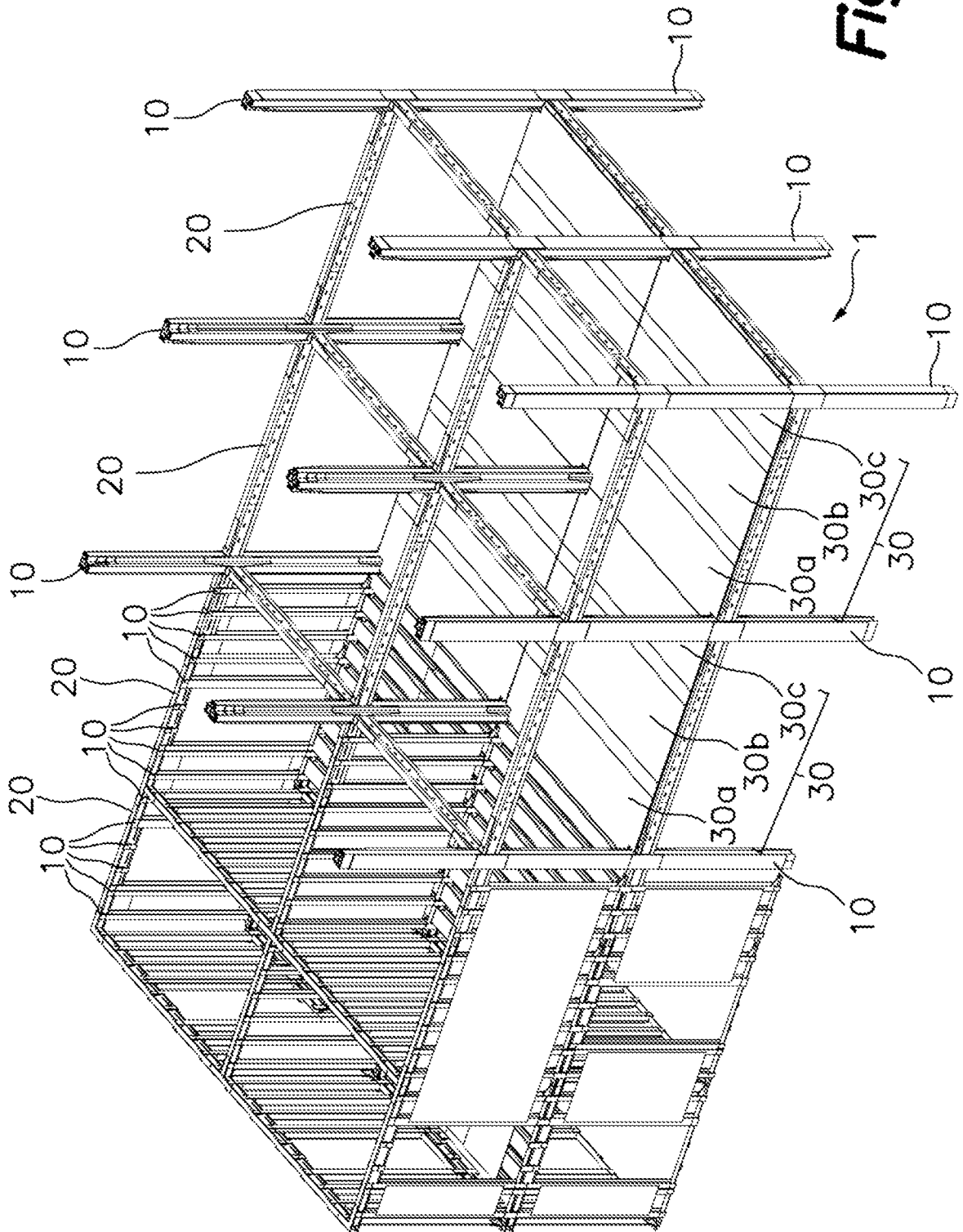
50 13. El sistema estructural de madera técnica según la reivindicación 12, en el que una región perimetral del tablero horizontal superior (33) de cada segmento (30) de losa está fijada al tablero horizontal superior (21) de los elementos estructurales horizontales circundantes (20, 120), y/o al tablero horizontal superior (33) de un segmento adyacente (30) de losa, directamente, a través de escalones progresivos complementarios o a través de un conector (37) de junta para transferir cargas horizontales de tracción; y en el que opcionalmente

55 una región perimetral del tablero horizontal inferior (34) del segmento (30) de losa está fijada a una región perimetral del tablero horizontal inferior (22) de los elementos estructurales horizontales circundantes (20, 120), y/o al tablero horizontal inferior (34) de un segmento adyacente (30) de losa, directamente, a través de escalones progresivos complementarios o a través de un conector intercalado (35), para transferir cargas horizontales de compresión.

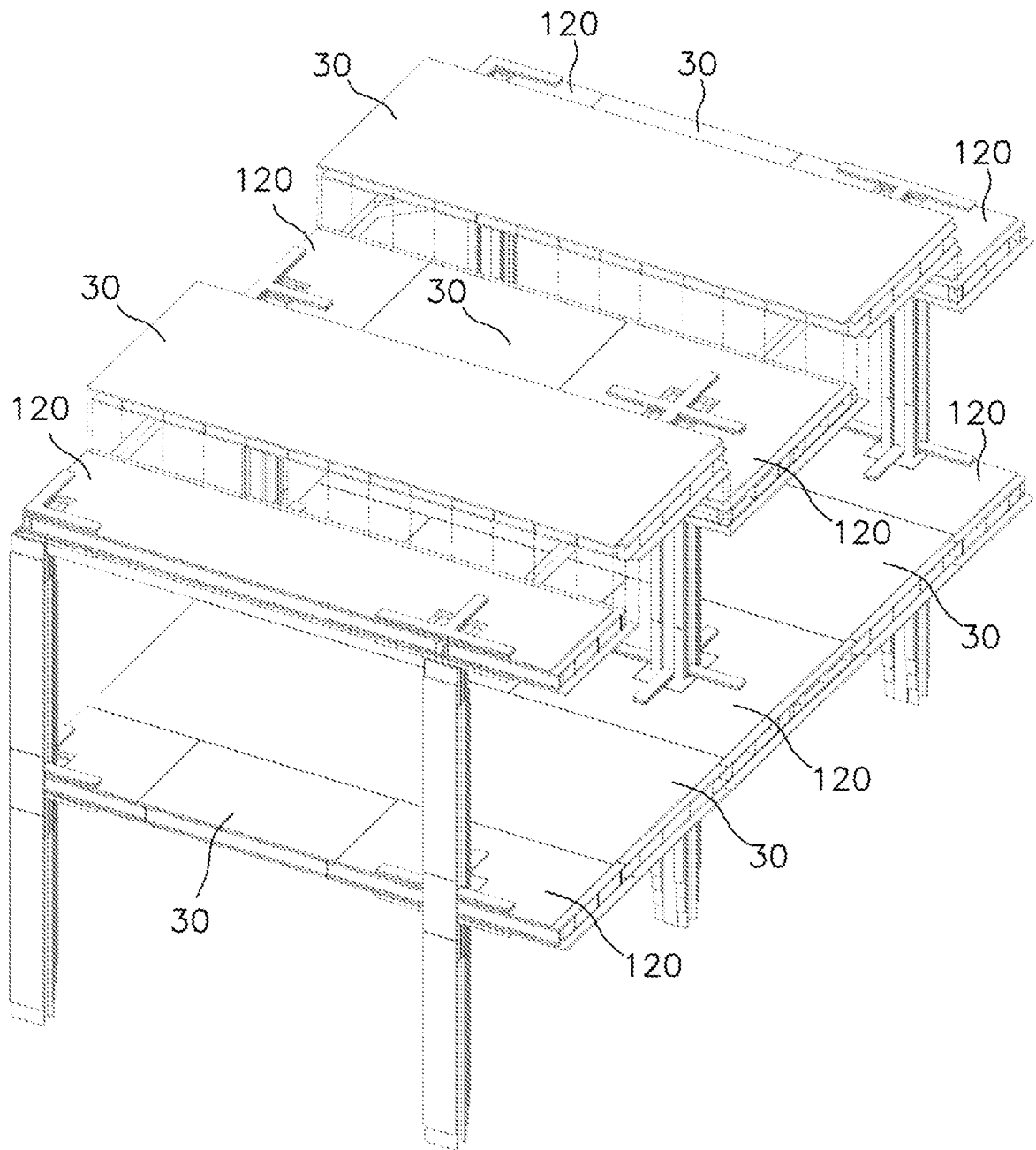
60 14. El sistema estructural de madera técnica según cualquier reivindicación precedente, en el que los elementos de madera técnica conectados entre sí tienen una separación de tolerancia entre los mismos rellena de adhesivo endurecido, o una separación de tolerancia de hasta 25 mm entre los mismos rellena de adhesivo endurecido cuando no se transmiten cargas de cizalladura a través de dicho adhesivo endurecido, o una separación de tolerancia de hasta 1 mm entre los mismos rellena de adhesivo endurecido cuando se transmiten cargas de cizalladura a través de dicho adhesivo endurecido.



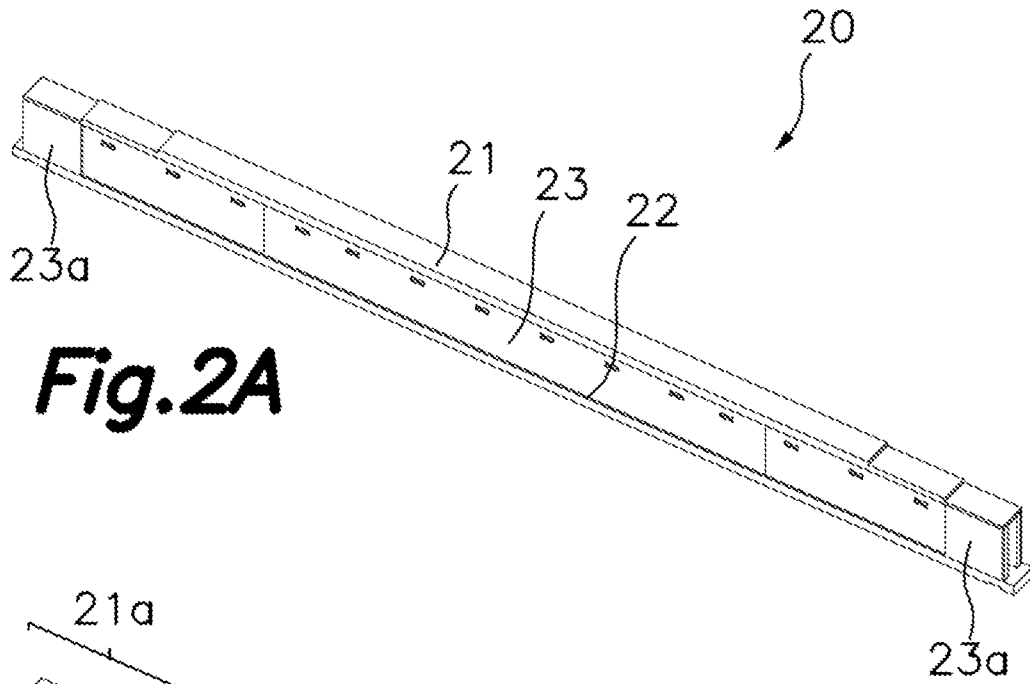
**Fig. 1A**



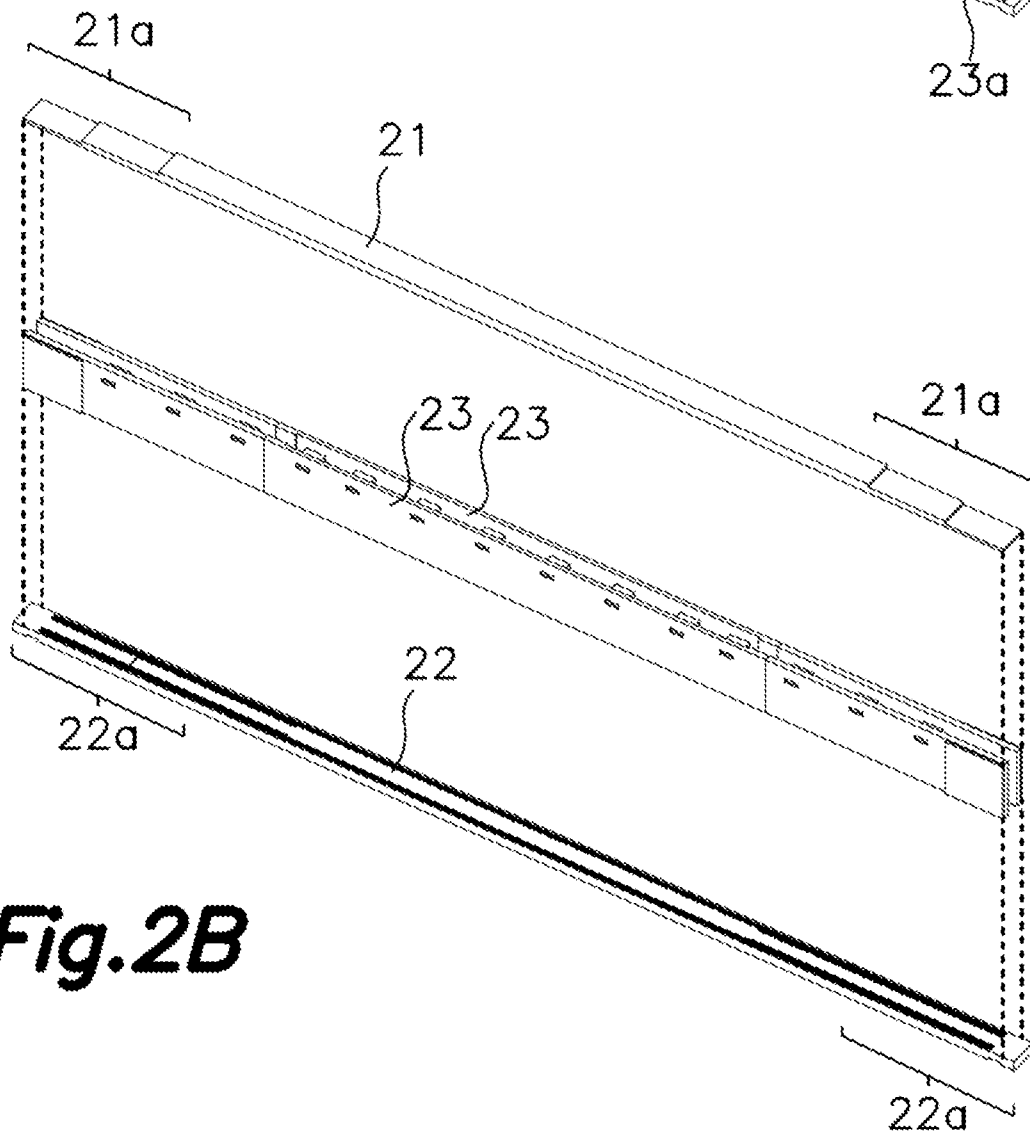
**Fig. 1B**



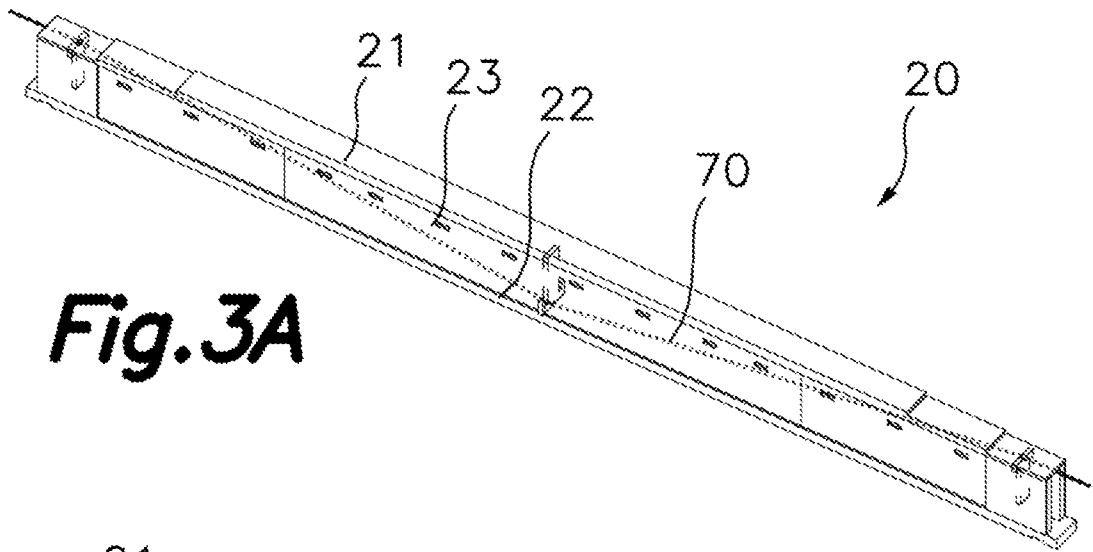
**Fig. 1C**



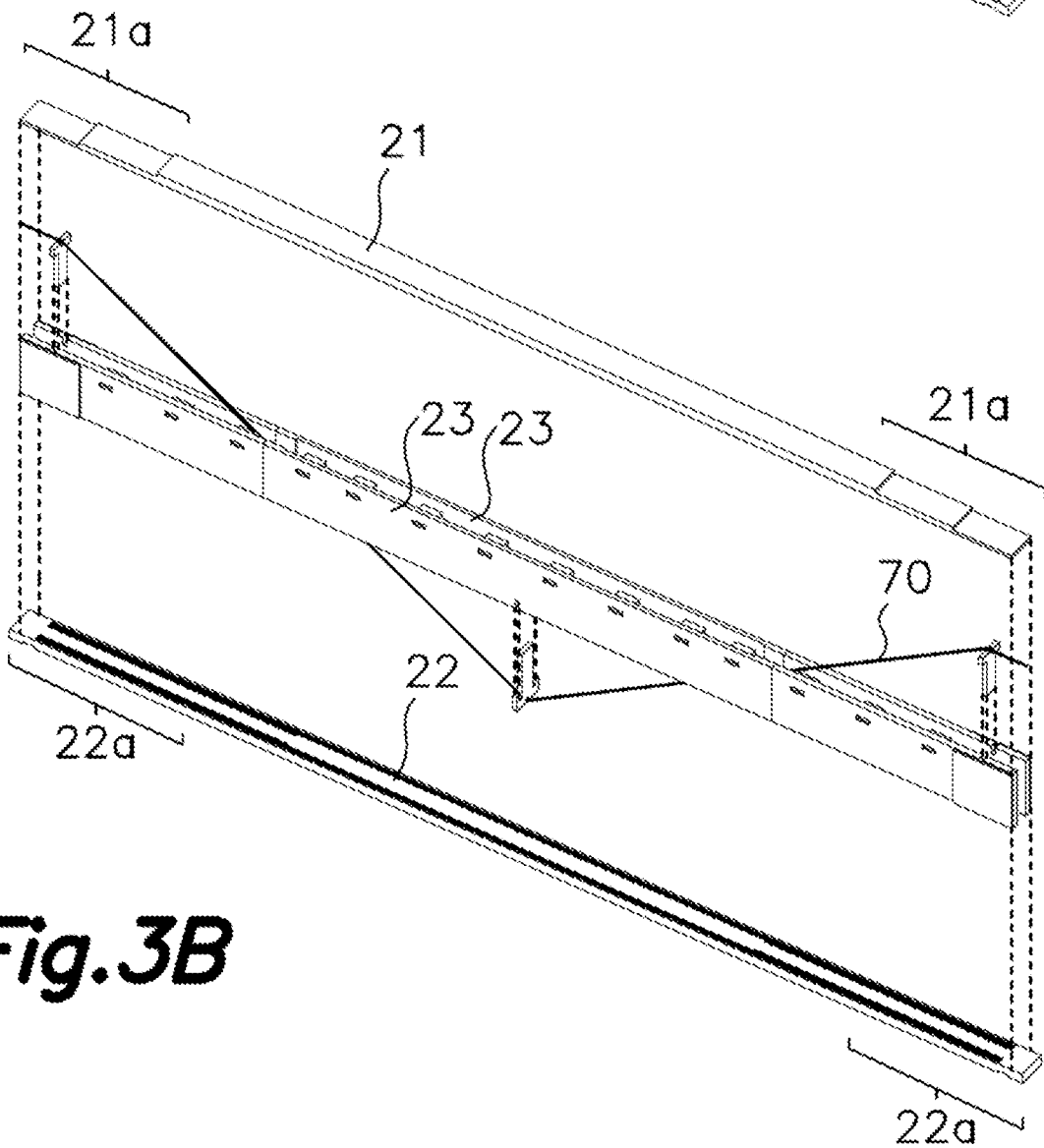
**Fig. 2A**



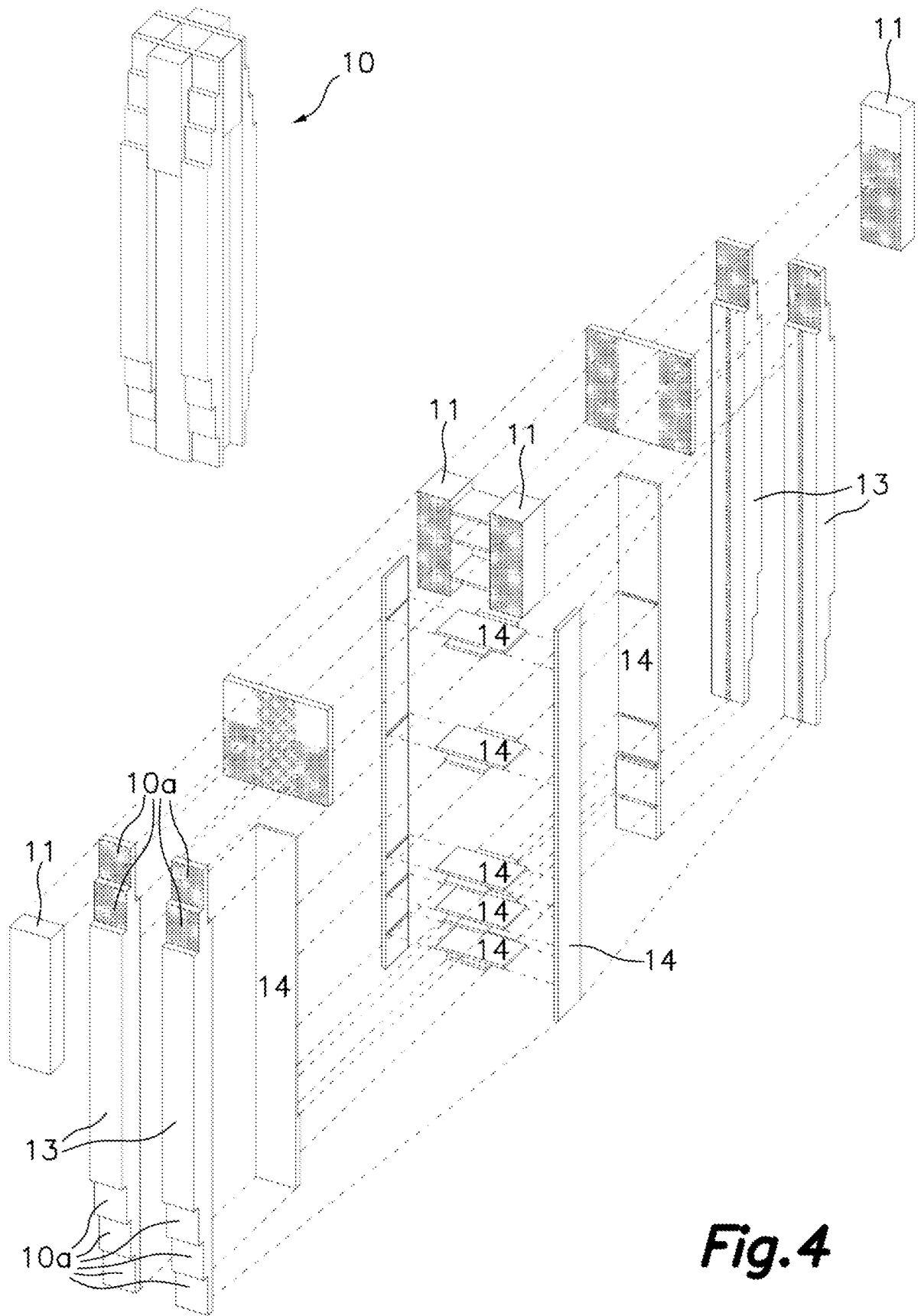
**Fig. 2B**



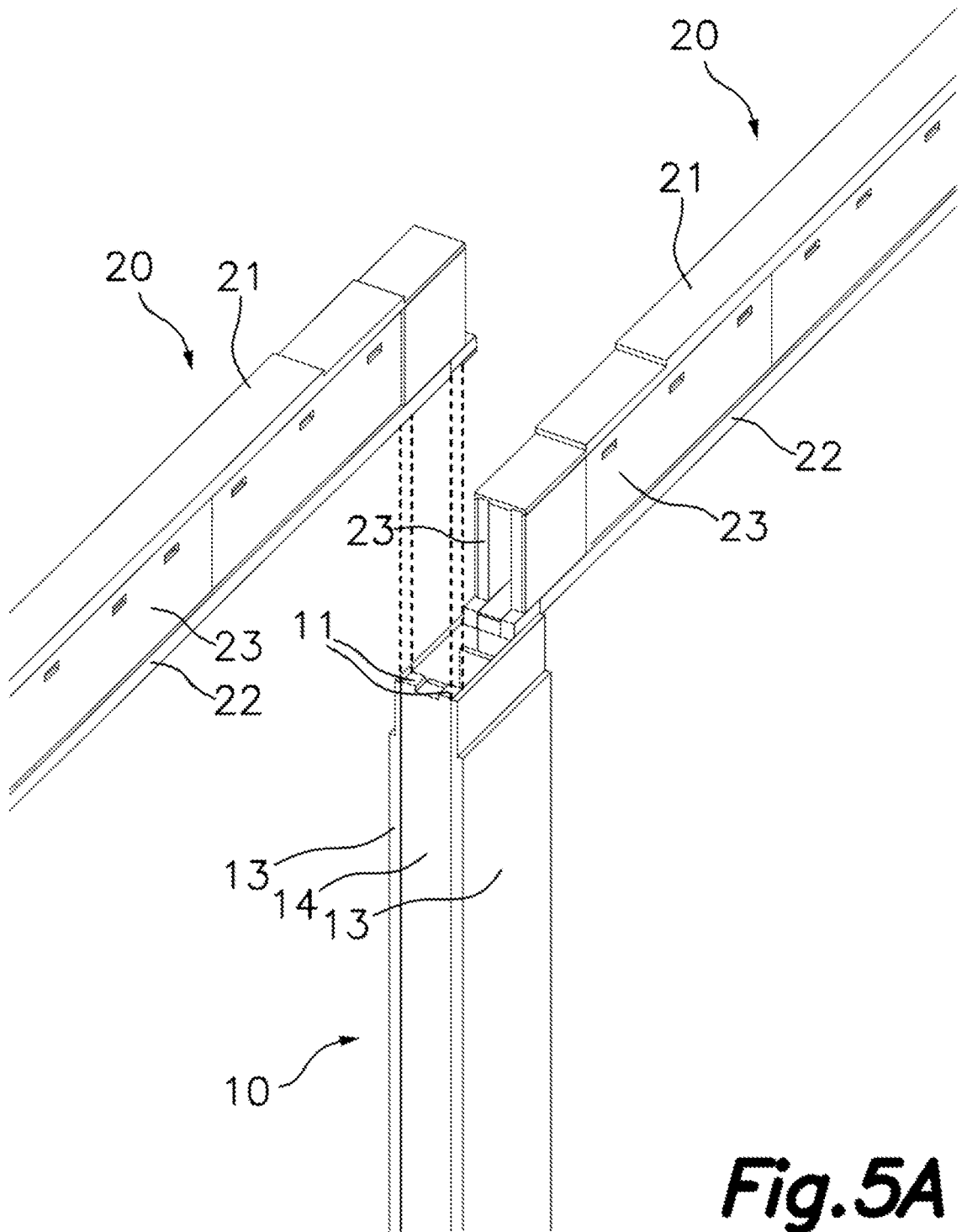
**Fig. 3A**

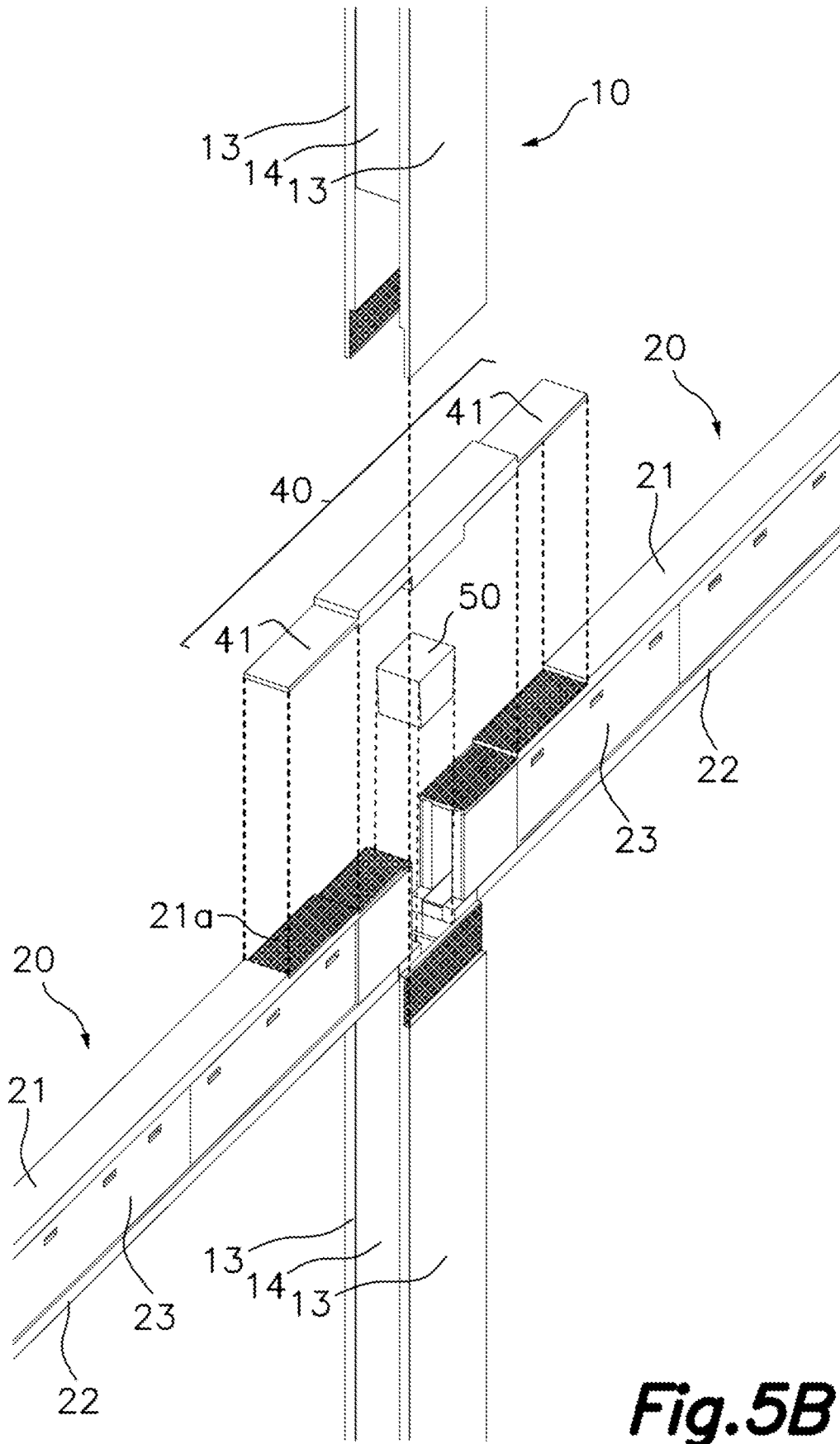


**Fig. 3B**

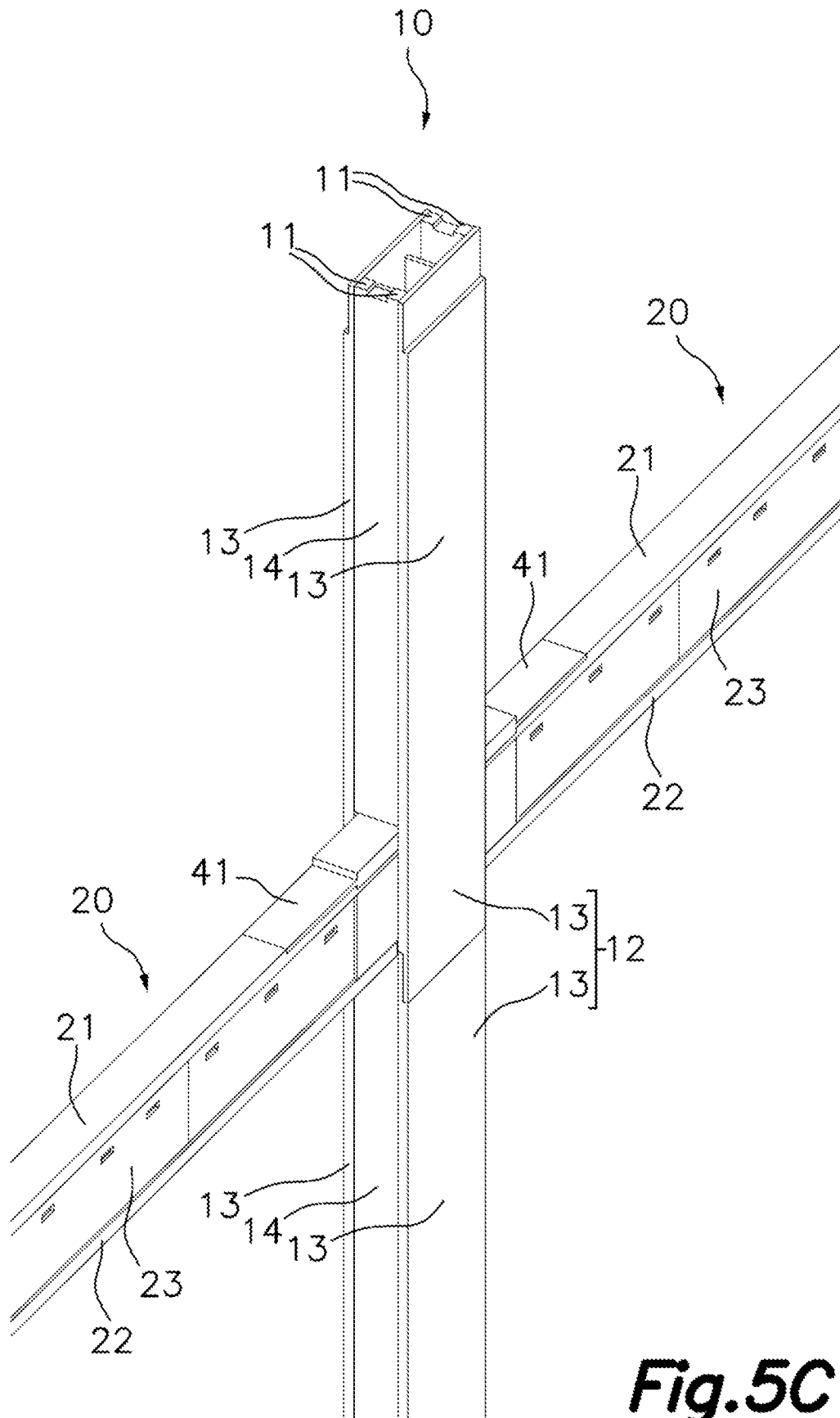


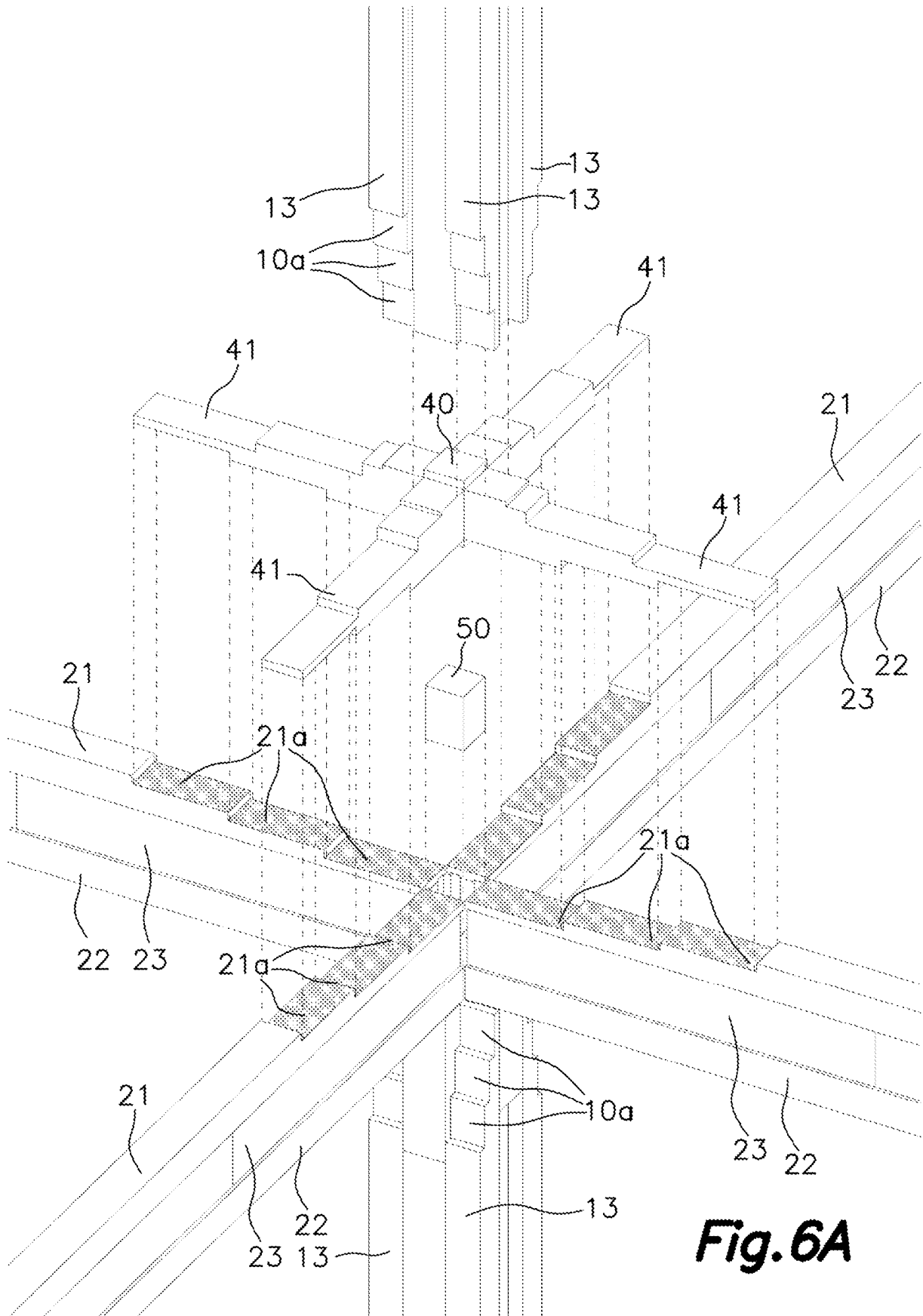
**Fig. 4**



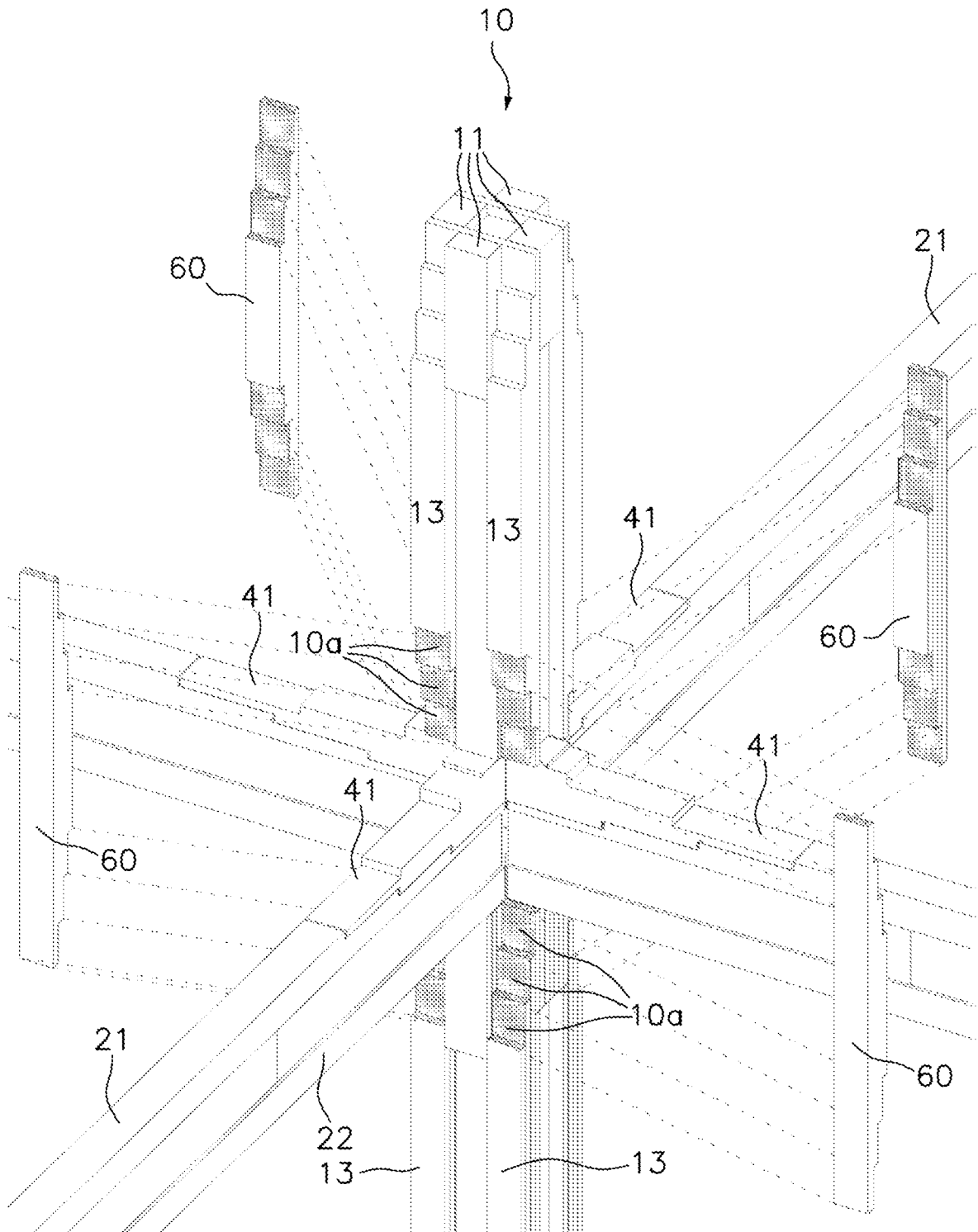


**Fig.5B**

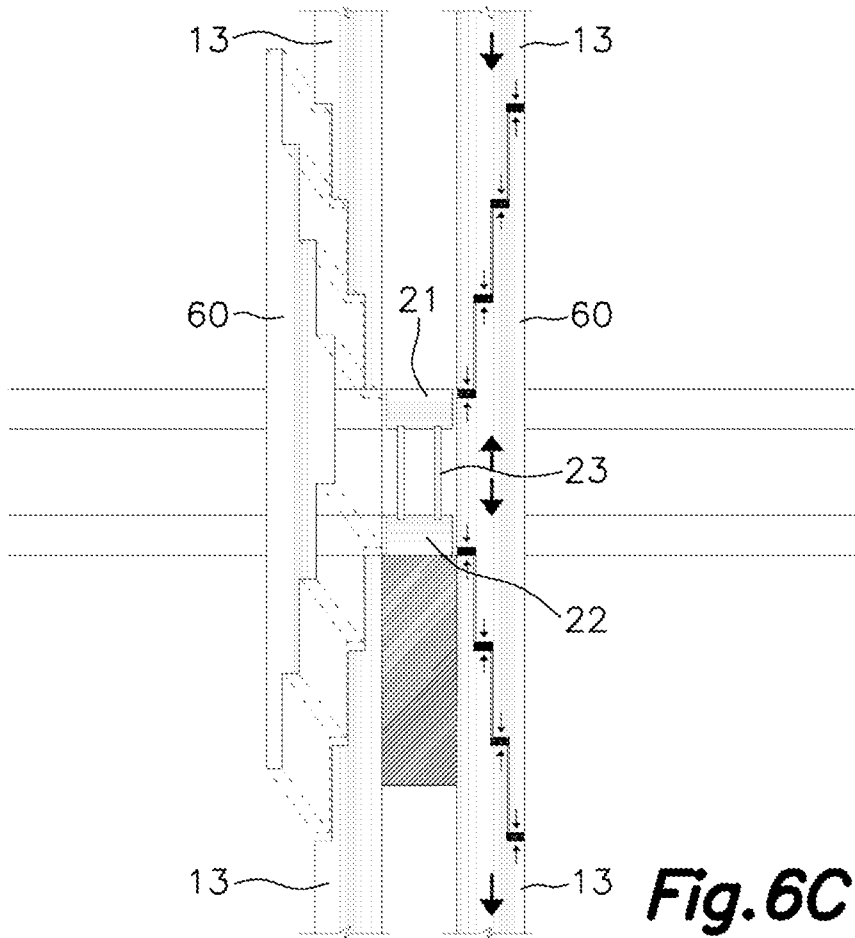




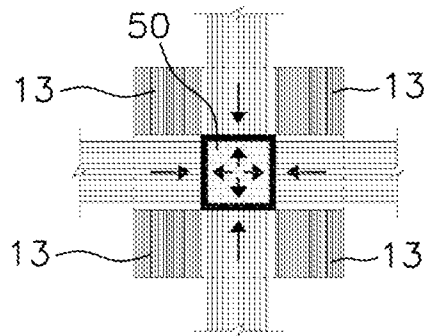
**Fig. 6A**



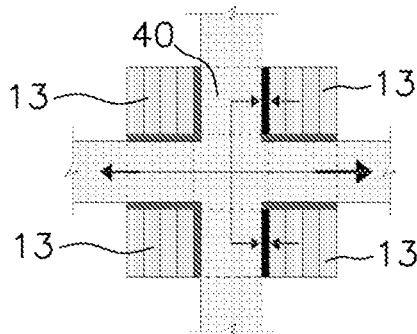
**Fig. 6B**



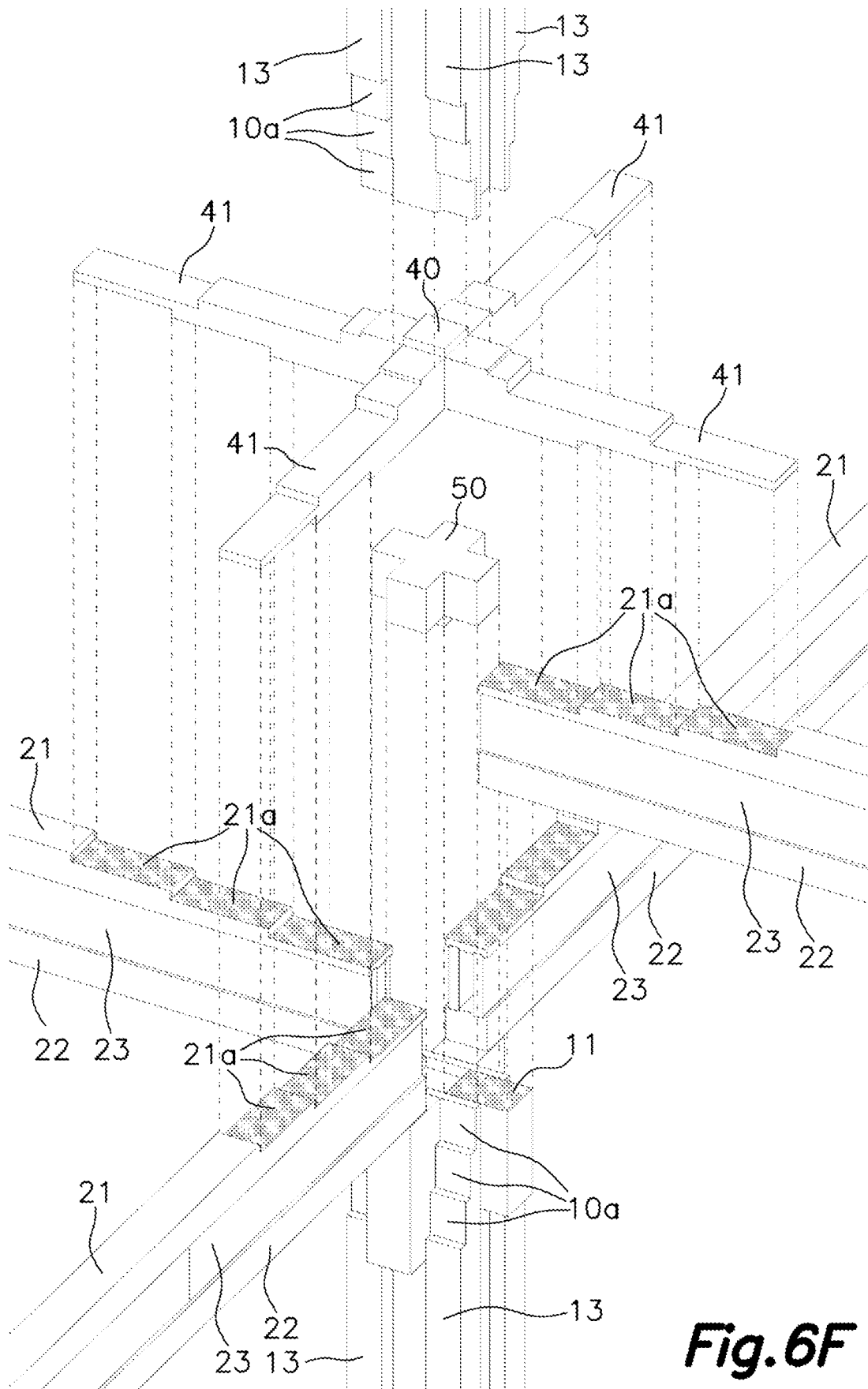
**Fig. 6C**



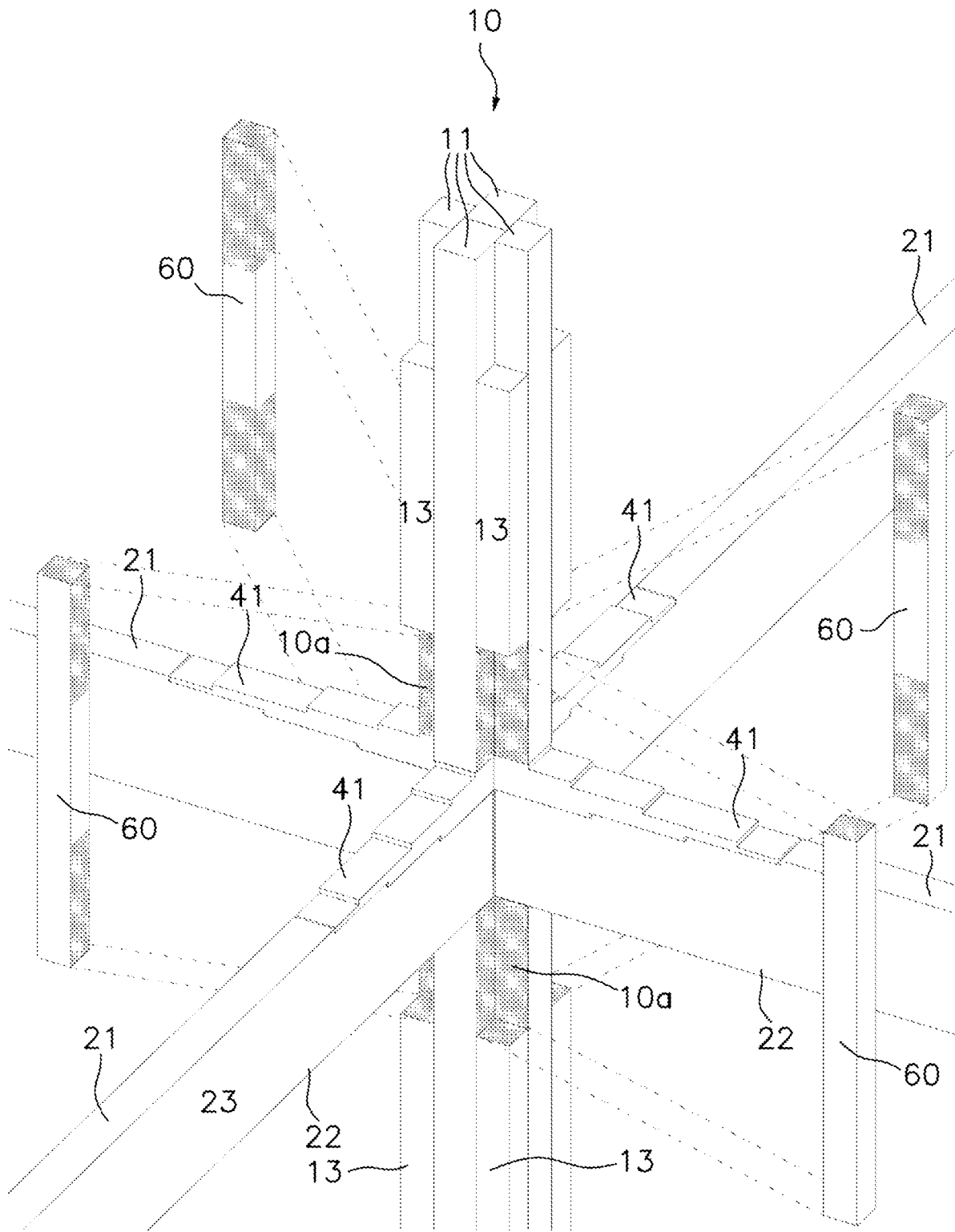
**Fig. 6D**



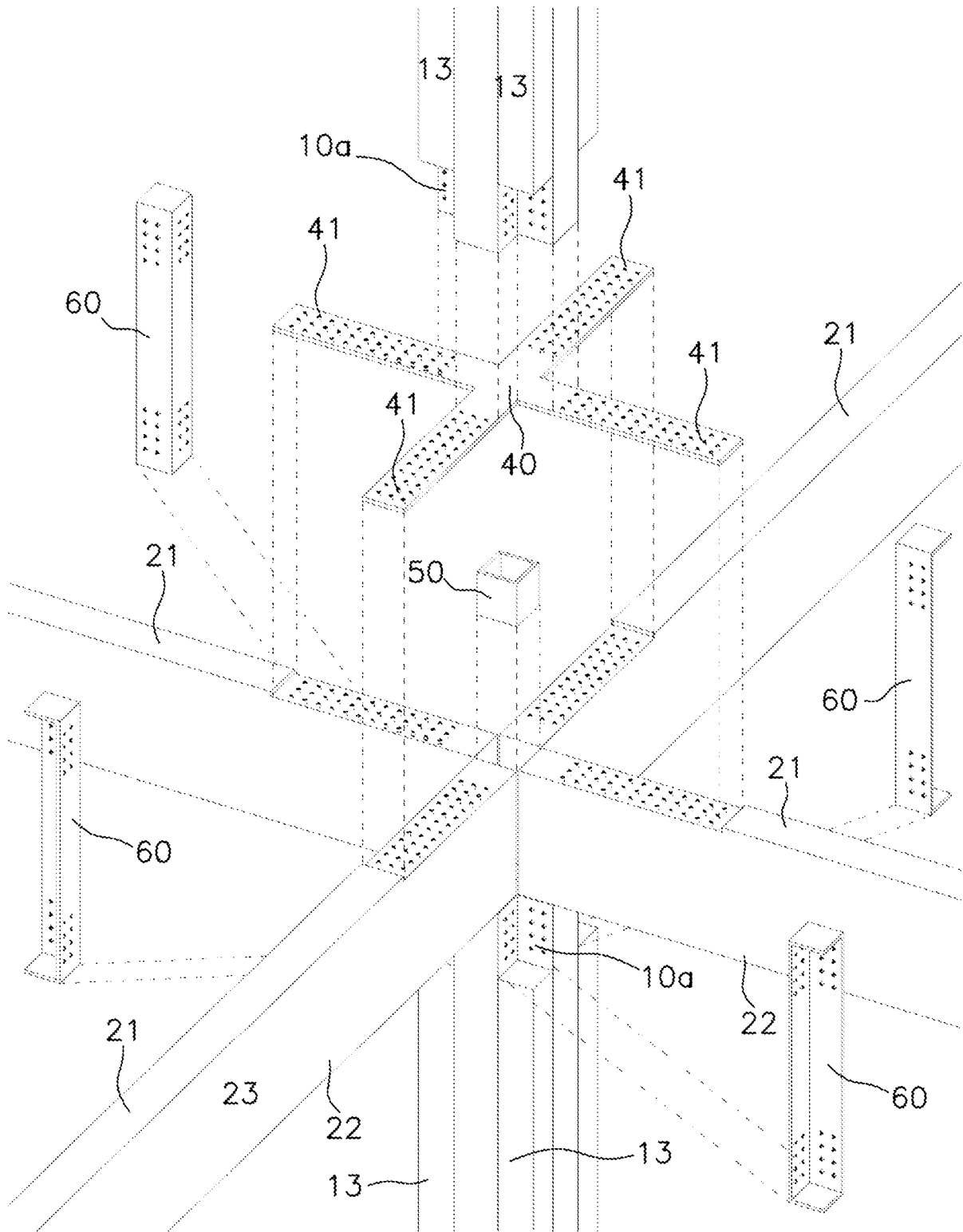
**Fig. 6E**



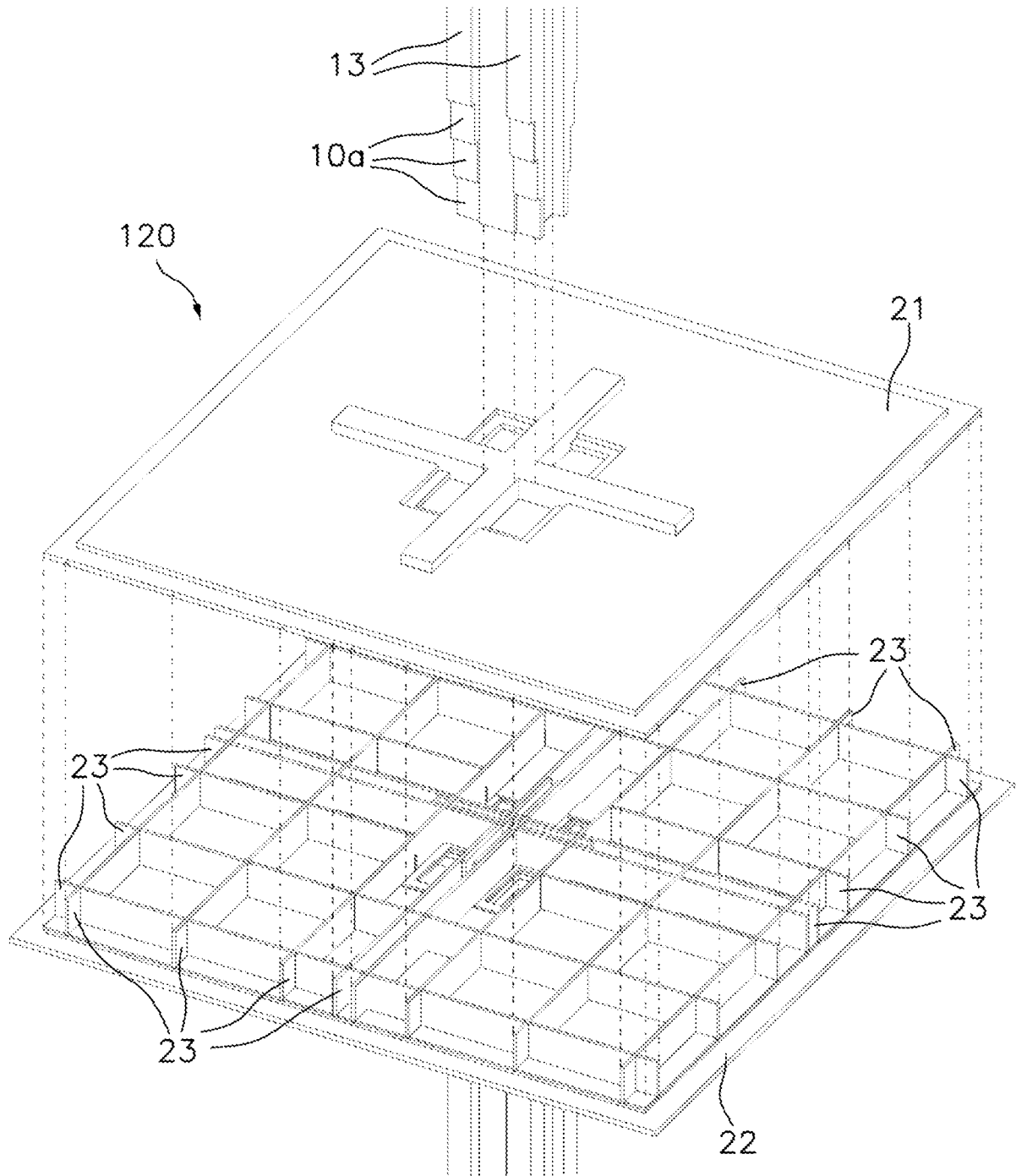
**Fig. 6F**



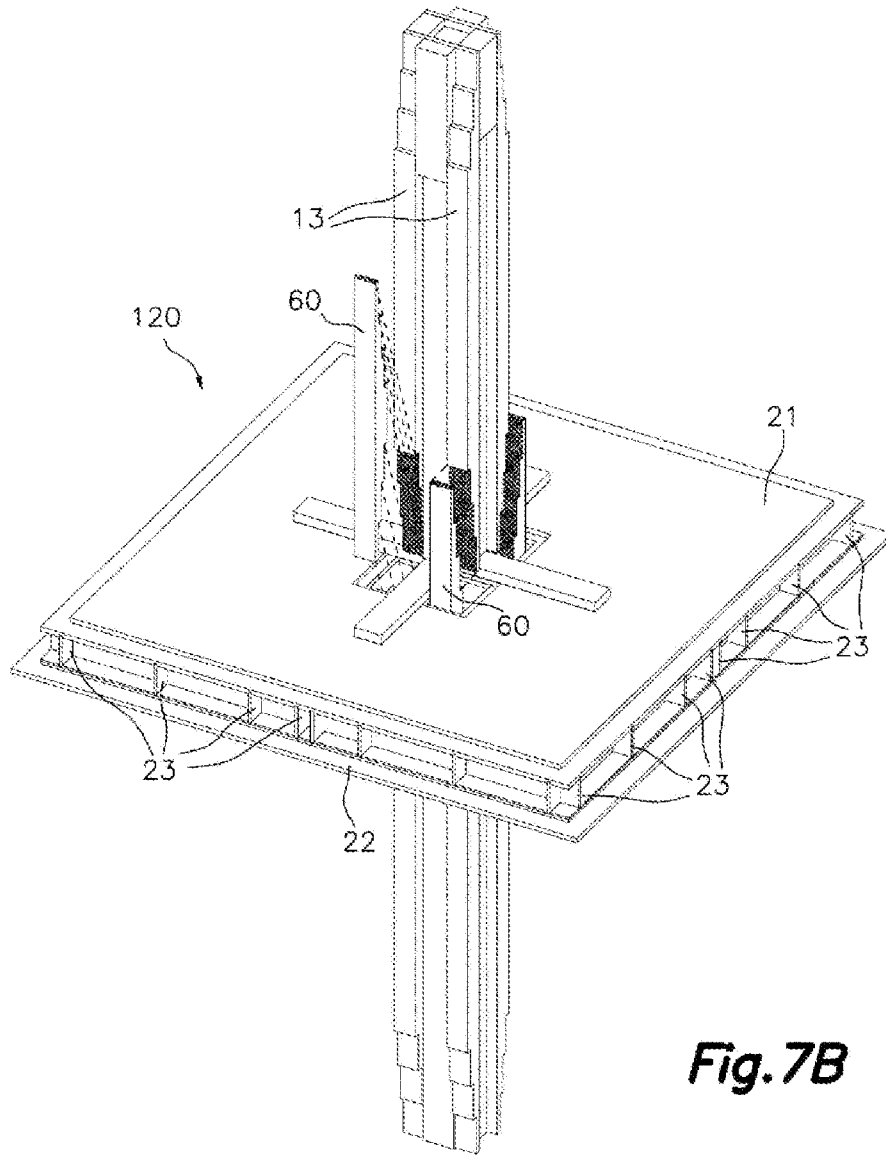
**Fig. 6G**



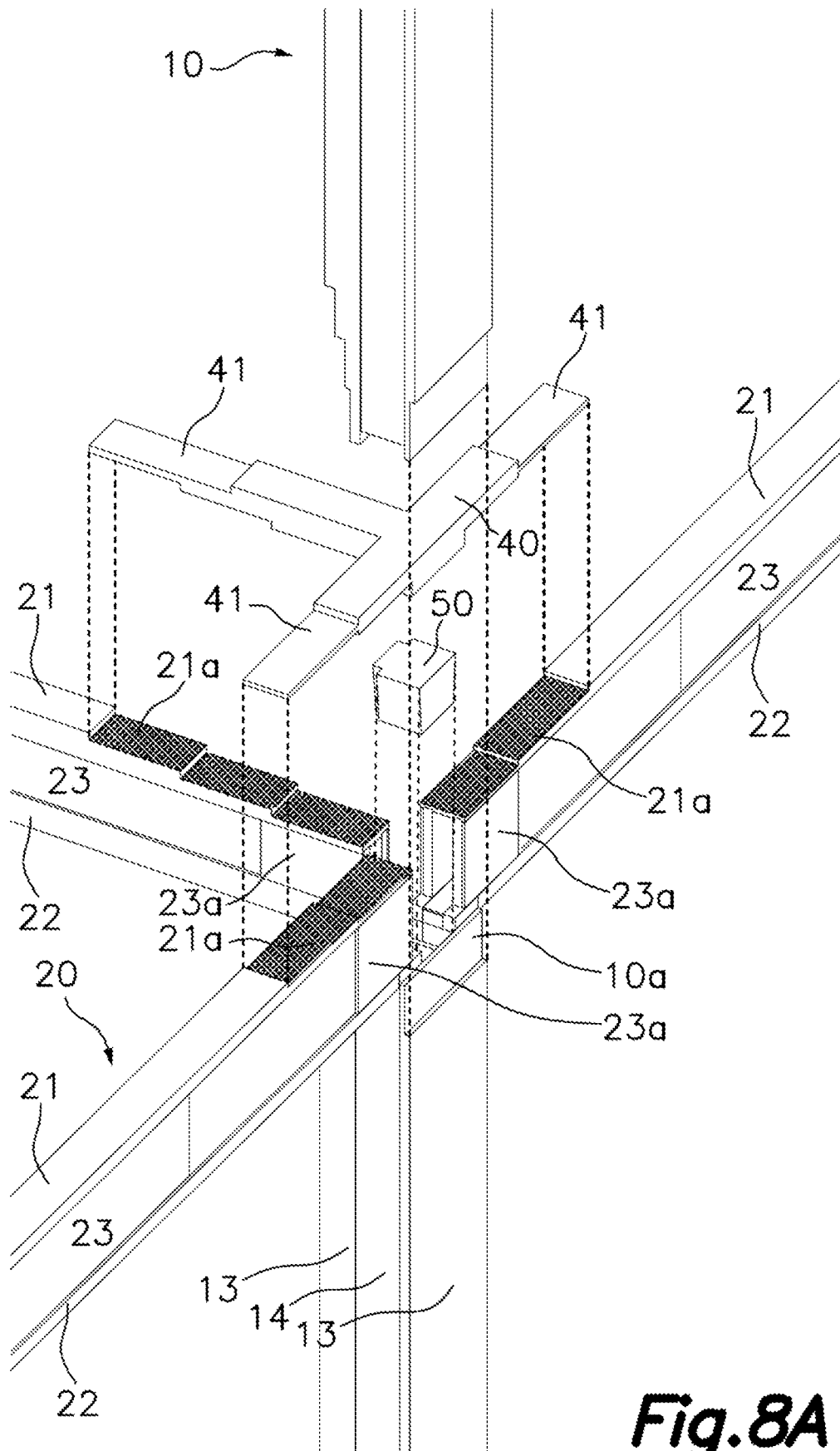
**Fig. 6H**



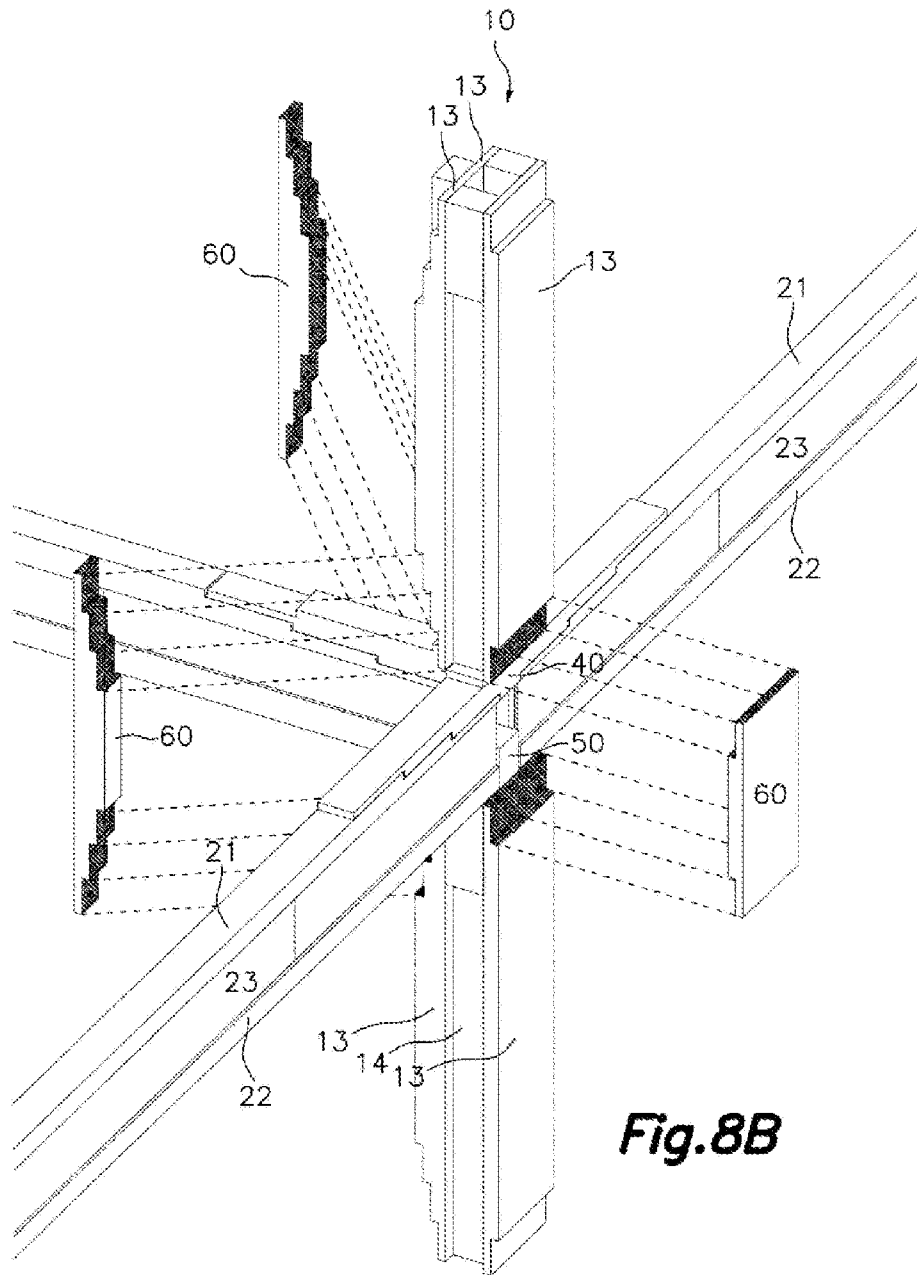
**Fig. 7A**

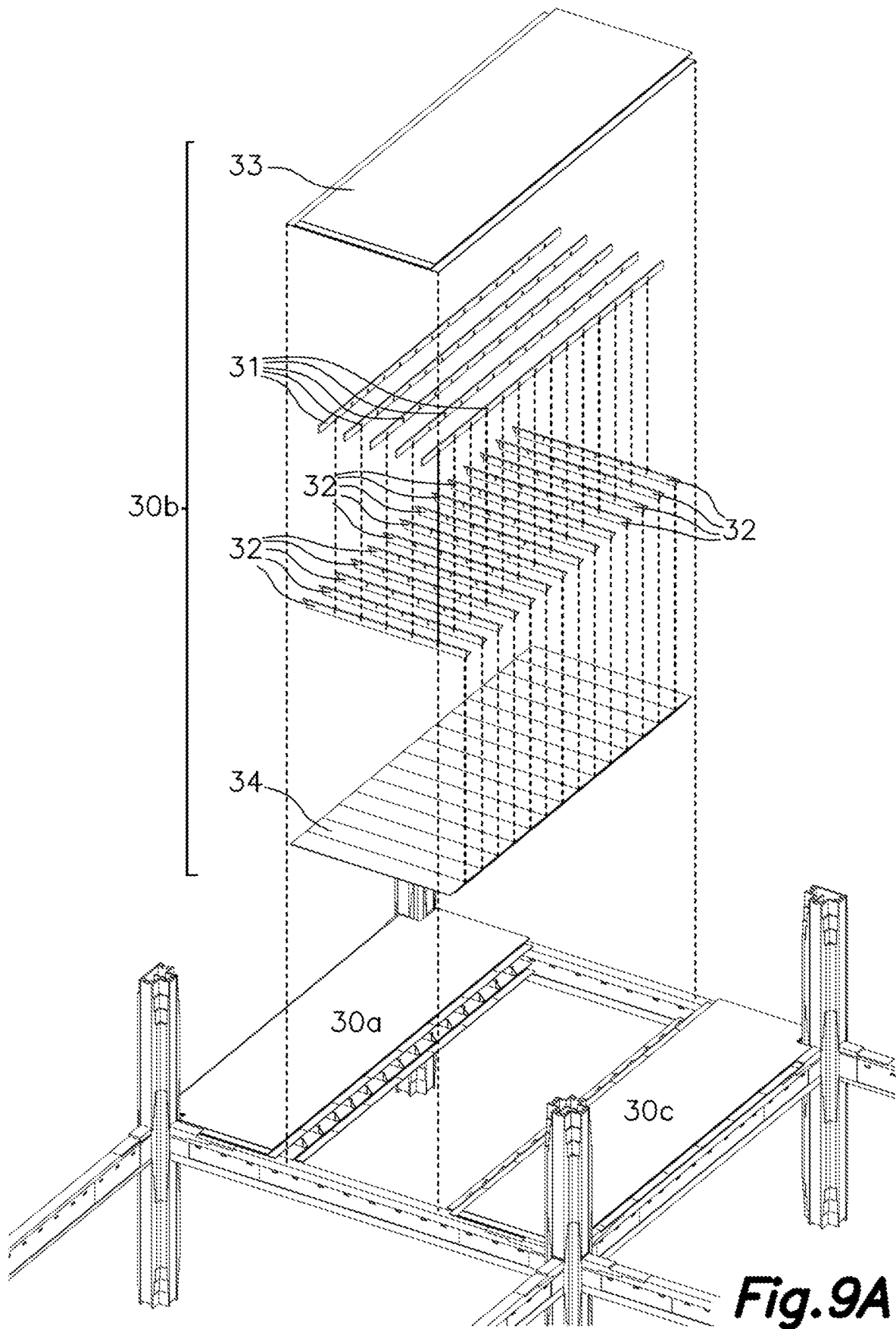


**Fig. 7B**

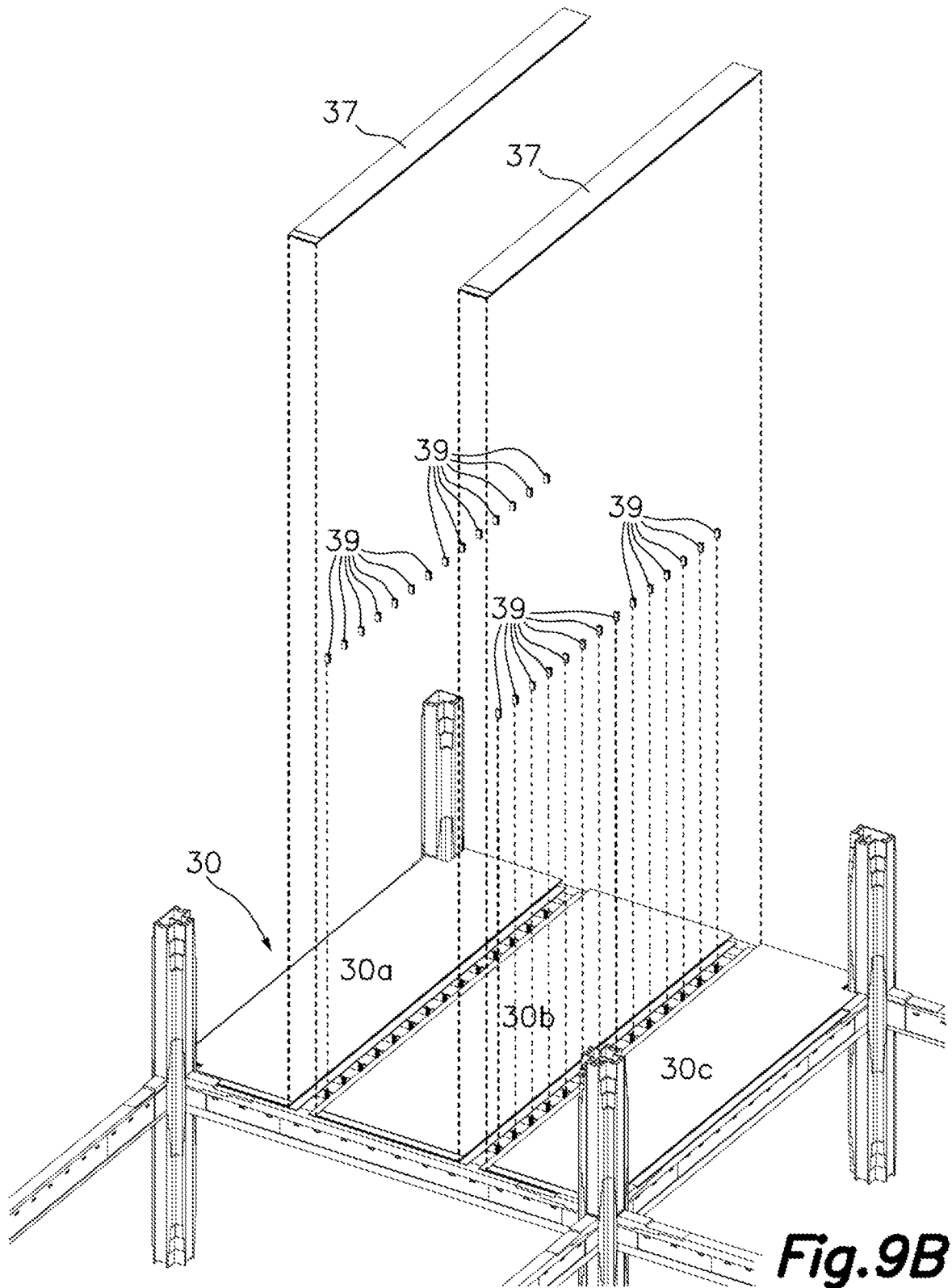


**Fig. 8A**

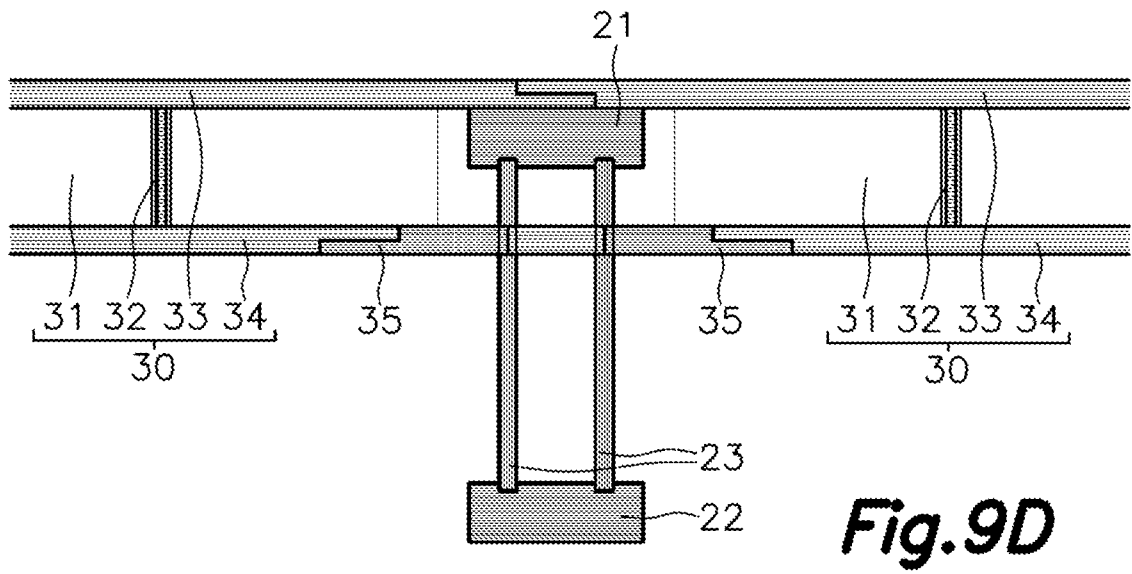
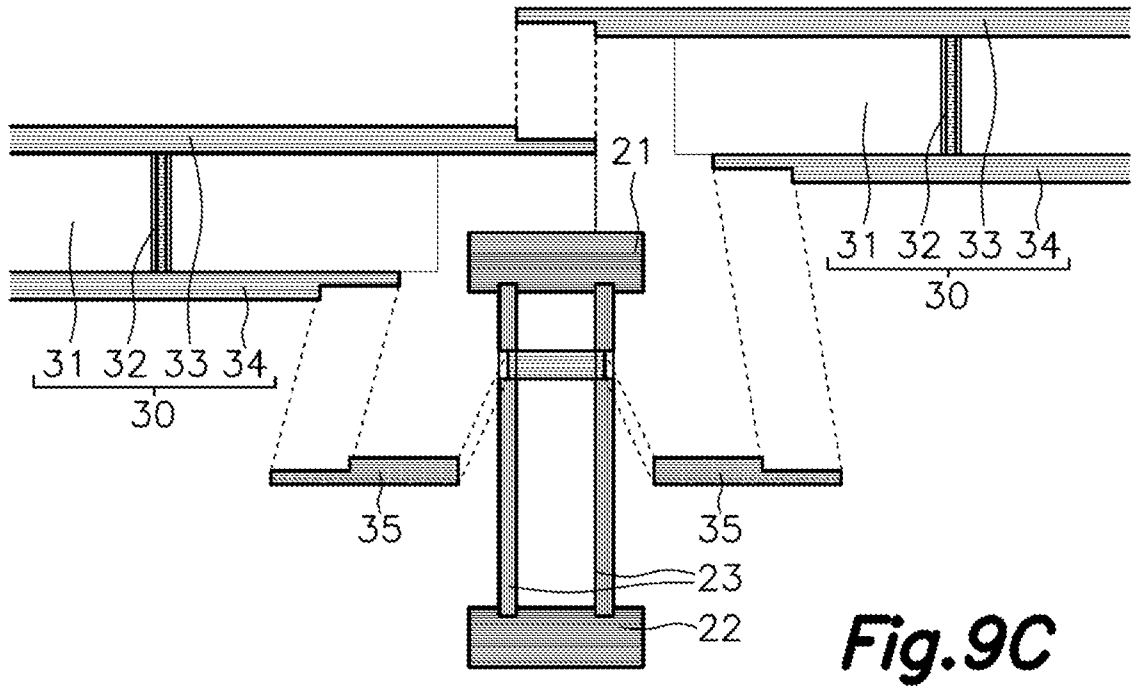


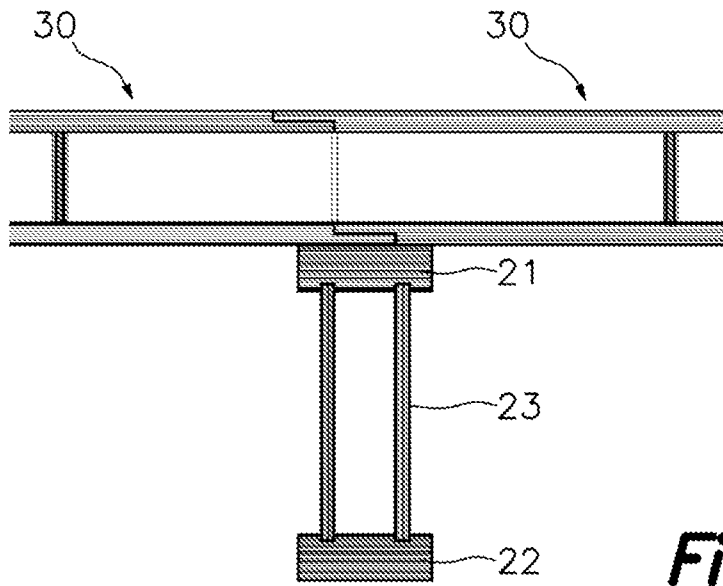


**Fig.9A**

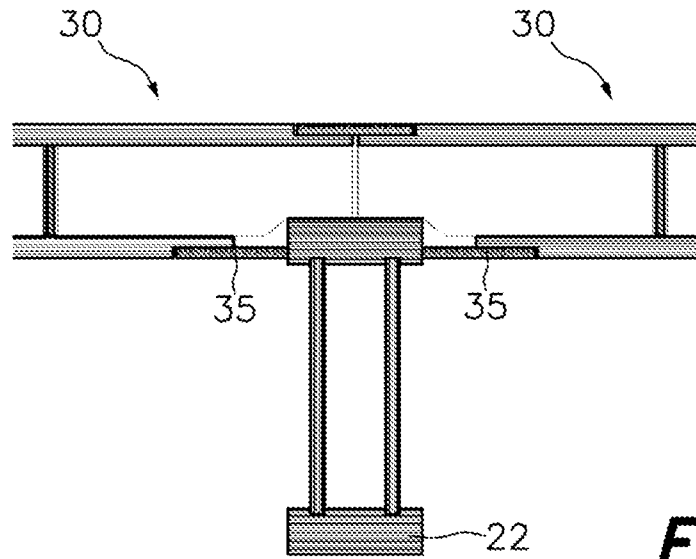


**Fig.9B**

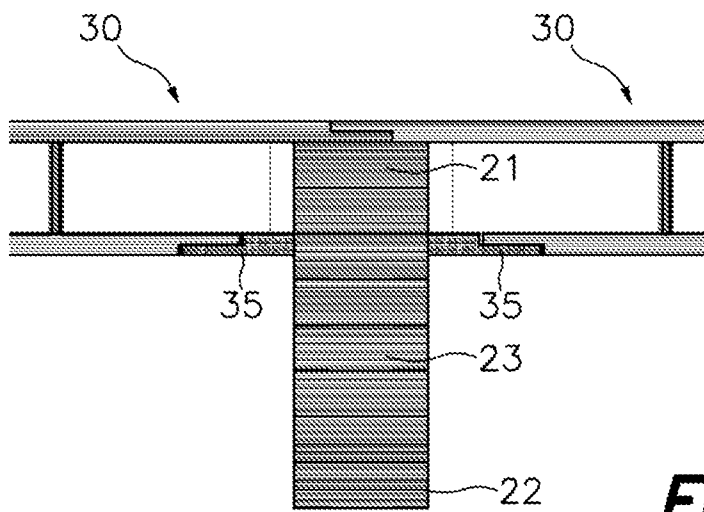




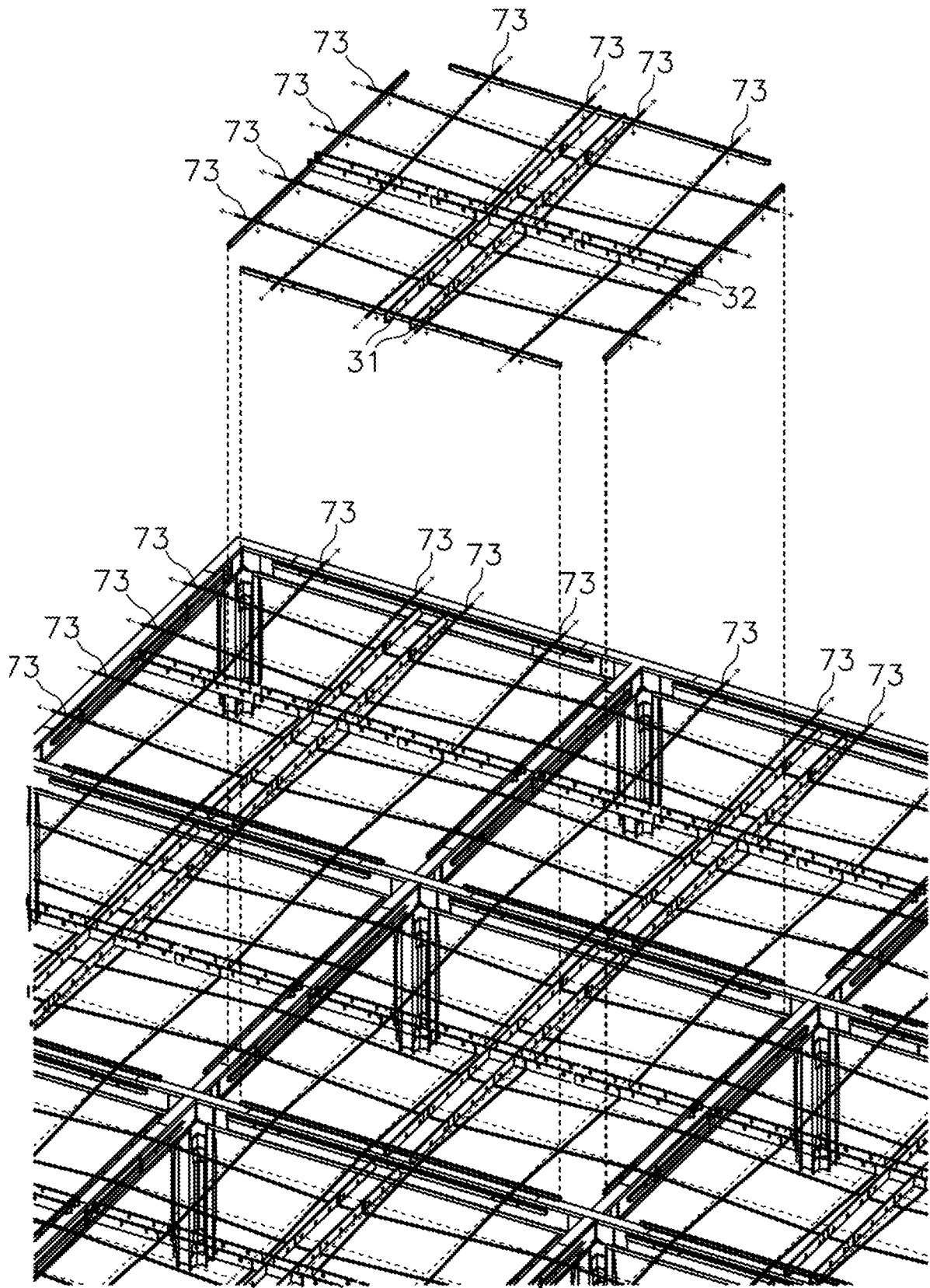
**Fig. 9E**



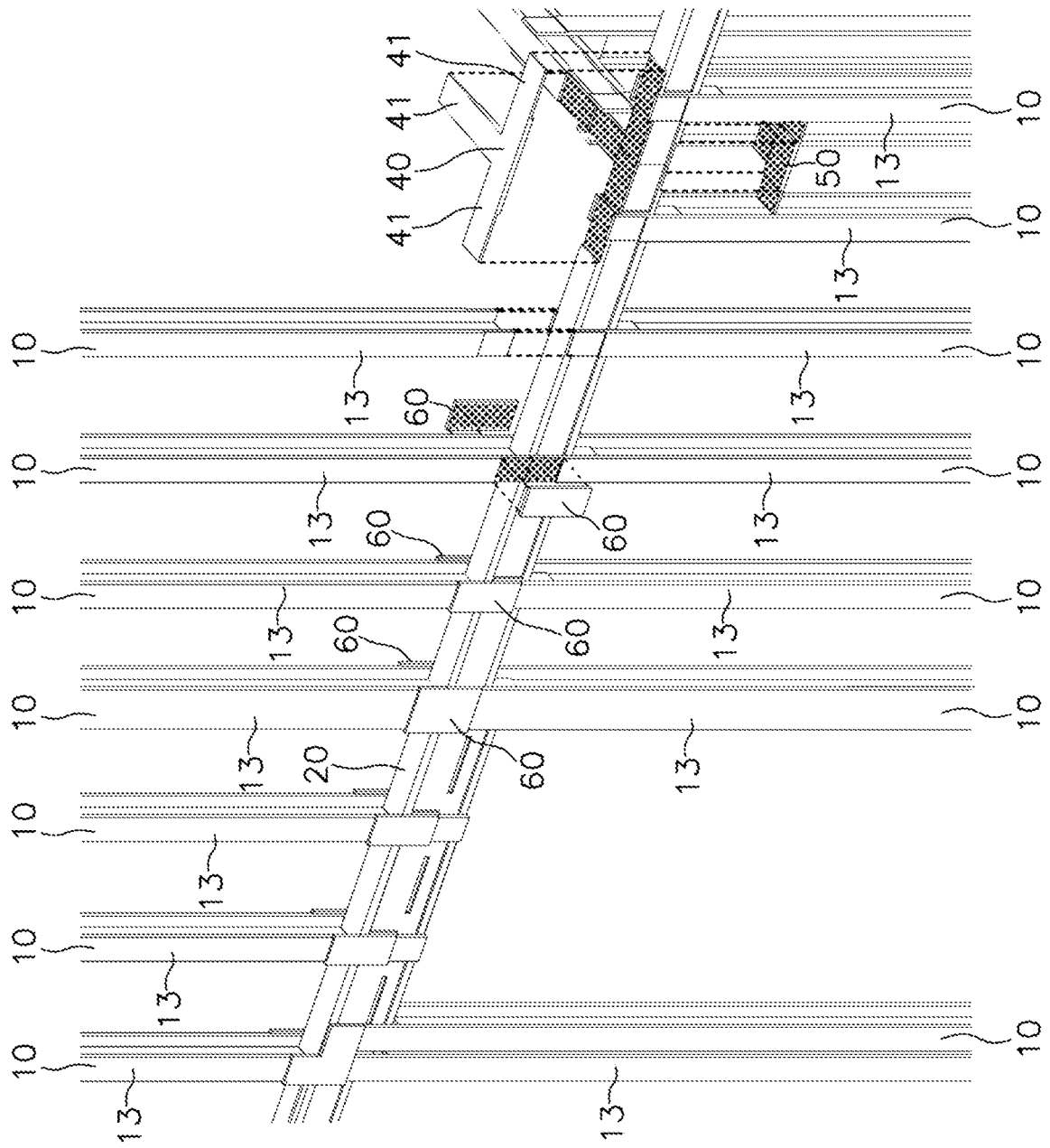
**Fig. 9F**



**Fig. 9G**



**Fig. 10**



**Fig. 11**