

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 758 550**

51 Int. Cl.:

E04G 11/28 (2006.01)

G01C 15/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.04.2017 PCT/EP2017/058330**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.10.2017 WO17174761**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.04.2017 E 17716839 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.10.2019 EP 3440284**

54 Título: **Encofrado ascendente y procedimiento para la erección de una estructura de hormigón**

30 Prioridad:

08.04.2016 EP 16164402

15.11.2016 EP 16198919

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

05.05.2020

73 Titular/es:

DOKA GMBH (100.0%)

Josef-Umdasch Platz 1

3300 Amstetten, AT

72 Inventor/es:

VOGL, SIMON;

AMON, PETER y

STEININGER, FRIEDRICH

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 758 550 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

Encofrado ascendente y procedimiento para la erección de una estructura de hormigón

La presente invención versa acerca de un encofrado ascendente para la erección de una estructura de hormigón vertiendo sucesivamente una pluralidad de segmentos de colada.

5 En la técnica anterior, se utilizan encofrados ascendentes para erigir una estructura de hormigón, por ejemplo un rascacielos, en un número de etapas sucesivas de colada. Tales encofrados ascendentes pueden ser reubicados entre etapas de colada o pueden moverse hacia arriba por sí solos. Este tipo es denominado normalmente encofrado autoascendente. En los documentos US 2010/0038518 A1 o WO 2013/110126 A1 se muestran ejemplos. En el documento WO 2011/127970 se da a conocer otro tipo de encofrado ascendente.

10 El documento EP 1 806 559 da a conocer un procedimiento de estudio para un edificio de gran altura sujeto a efectos de inclinación y un uso dificultado de puntos de referencia a nivel de suelo. El sistema utiliza al menos tres receptores de un sistema de posicionamiento basado en satélites para determinar las posiciones de tres puntos de referencia, dotados de reflectores, en el nivel de máxima elevación del edificio en construcción. Los puntos de referencia que han sido verificados mediante los receptores son localizados con un instrumento geodésico electroóptico asociado con la
 15 estructura. De esta forma, se puede adquirir la posición del instrumento con respecto a los tres puntos de referencia, y el instrumento tiene como referencia el sistema de coordenadas absolutas del sistema de posicionamiento basado en satélites. Además, se determina una inclinación de la estructura de forma gravimétrica, con un sensor de inclinación colocado en el nivel de máxima elevación de la construcción. Además, se pueden proporcionar sensores gravimétricos de inclinación en distintos niveles de construcción. Se utilizan las mediciones para coordinar el instrumento geodésico con un sistema de coordenadas que depende dinámicamente de la inclinación del edificio. Sin embargo, la técnica anterior del documento EP 1 806 559 está restringida a la determinación de un eje central del edificio durante su
 20 erección. Esto sería insuficiente para identificar la posición correcta del encofrado.

En la técnica anterior, se conoce, además, la comparación de las mediciones individuales del anterior segmento de colada construido con el plan de construcción del edificio con el fin de derivar valores de corrección para el siguiente
 25 segmento de colada. Por ejemplo, se pueden medir al menos dos posiciones de referencia de cada pared del anterior segmento de colada. En la siguiente etapa, un geodesta calcula una multitud de valores de corrección para el siguiente segmento de colada en función de las desviaciones del anterior segmento de colada de la disposición prevista. En la preparación de la etapa de vertido, se regula el encofrado de manera que se tengan en cuenta los valores de corrección en la formación del segmento de máxima elevación de colada.

30 En la técnica anterior, era necesario que los operarios del encofrado ascendente controlasen la posición del extremo superior del encofrado, dado que podría no ser posible disponer con precisión el extremo inferior del encofrado en una posición definida de colada. Para regular el extremo superior del encofrado, se puede disponer una herramienta láser de plomada en la plataforma de trabajo del encofrado ascendente. El operario puede comprobar, entonces, la distancia horizontal entre la radiación láser procedente de la herramienta láser de plomada y el borde superior del encofrado.
 35 Sin embargo, esta regulación es complicada, lleva mucho tiempo y es propensa a errores.

Por lo tanto, existe la necesidad de procedimientos mejorados de estudio y de regulación durante la erección de estructuras de hormigón de cara a minimizar esfuerzos de mediciones manuales.

Por otra parte, el documento JP 2000314235 A da a conocer un procedimiento y un dispositivo para controlar un encofrado ascendente con capacidad de una medición y una operación rápidas. Se proporciona una pluralidad de
 40 puntos de referencia en un encofrado ascendente para formar un espacio de colocación de la forma diseñada mientras se desliza un hormigón que ha de ser colocado, y se fija una placa objetivo a cada punto de referencia. Cuando el punto de referencia se encuentra en la posición horizontal especificada en la forma diseñada, se emite un haz perpendicular de rayos láser desde el suelo para que pase por el punto de referencia en la placa objetivo. El vector de desplazamiento desde el punto de referencia hasta la intersección de la placa objetivo con el haz perpendicular de
 45 rayos láser es detectado por una cámara fijada al encofrado ascendente. La forma medida del encofrado ascendente y la diferencia entre la forma medida y la forma diseñada se calculan en función del vector de desplazamiento en una pluralidad de puntos de referencia. Se calcula un resultado de operación para minimizar la diferencia, y se opera el encofrado ascendente mediante un gato hidráulico según el resultado de la operación.

La técnica anterior intenta regular la posición del encofrado con respecto a los láseres plomada dispuestos en el suelo. Este procedimiento conlleva un número de desventajas. En primer lugar, el láser de plomada tiene un alcance máximo que posiblemente no es suficiente para edificios de gran altura. En segundo lugar, la trayectoria del láser emitido desde el mismo podría verse afectada por diferencias de temperatura o movimientos del edificio entre los niveles de la estructura de hormigón. En tercer lugar, las placas objetivo necesitan encontrarse en el campo de visión del láser de plomada en el suelo. Esto puede ser imposible de realizar con los encofrados del estado de la técnica. Además,
 55 las estructuras de hormigón cuyo diseño varía con la altura impedirán la posibilidad de disponer el láser de plomada en el suelo y determinar una posición absoluta del encofrado.

El documento WO 2011/127970 A1 da a conocer un encofrado ascendente con las características del preámbulo de la reivindicación 1, y un procedimiento para erigir una estructura de hormigón con las características del preámbulo de la reivindicación 15.

5 Por lo tanto, un objeto de la invención es mitigar algunas de las desventajas, o todas ellas, de la técnica anterior y proponer un encofrado ascendente y un procedimiento para la erección de una estructura de hormigón que facilite la regulación del encofrado antes de la colada.

Se satisface este objeto proporcionando un encofrado ascendente con las características de la reivindicación 1 y un procedimiento con las etapas de la reivindicación 15.

Por lo tanto, el encofrado ascendente de la presente invención comprende

- 10 - al menos un primer elemento de molde para delimitar una cavidad con una superficie externa para recibir hormigón para formar un segmento de máxima elevación de colada, teniendo el primer elemento de molde un extremo superior y un extremo inferior,
- una primera estructura de soporte para soportar el primer elemento de molde,
- 15 - un primer sensor de inclinación para medir una inclinación del primer elemento de molde,
- una primera unidad de medición para medir una distancia horizontal entre el extremo inferior de la superficie externa del primer elemento de molde y el extremo superior de la superficie externa del anterior segmento de colada orientada hacia la superficie externa del primer elemento de molde,
- una unidad de procesamiento que se comunica con el primer sensor de inclinación y con la primera unidad de medición, estando dispuesta la unidad de procesamiento para calcular una inclinación objetivo del primer elemento
- 20 de molde utilizando la medición de la distancia horizontal entre el extremo inferior de la superficie externa del primer elemento de molde y el extremo superior de la superficie externa del anterior segmento de colada, estando dispuesta la unidad de procesamiento, además, para determinar la desviación entre la inclinación real y la inclinación objetivo del primer elemento de molde.

25 Para llevar el primer elemento de molde hasta una posición de vertido, el primer elemento de molde es inclinable y amovible al menos en una dirección horizontal. El primer elemento de molde está montado en una primera estructura de soporte, que comprende, preferentemente, una plataforma de trabajo. En la invención, el primer sensor de inclinación está adaptado para medir la inclinación, es decir, la inclinación con respecto a un plano vertical, del primer elemento de molde. En la preparación de la presente etapa de vertido, el primer elemento de molde puede ser movido hasta una posición de vertido, en la que el extremo inferior del primer elemento de molde es puesto en contacto con

30 el extremo superior del segmento de colada de la anterior etapa de vertido. Sin embargo, debido a obstáculos en la trayectoria del primer elemento de molde o debido a otras razones puede no ser posible presionar el extremo inferior del primer elemento de molde contra el anterior segmento de colada, de manera que se pueda formar una separación entre secciones del extremo inferior del primer elemento de molde y secciones del extremo superior del anterior segmento de colada. Tal separación puede tener una anchura (es decir, una extensión horizontal) de varios milímetros o incluso puede llegar a un centímetro. Para mayores separaciones la colada sería imposible debido a una fuga de hormigón de la cavidad. Puede no ser posible salvar el obstáculo en la trayectoria del primer elemento de molde. En este caso, el segmento de colada tiene que ser formado mientras el extremo inferior del primer elemento de molde se encuentra, al menos parcialmente, fuera de contacto con el extremo superior del anterior segmento de colada. La

35 unidad de procesamiento está dispuesta para determinar la separación entre el extremo inferior del primer elemento de molde y el extremo superior del anterior segmento de colada teniendo en cuenta la medición proporcionada por la primera unidad de medición. En la siguiente etapa, la unidad de procesamiento calcula una inclinación objetivo del primer elemento de molde, de manera que el extremo superior del primer elemento de molde se encuentre en una posición horizontal objetivo. Preferentemente, la posición horizontal objetivo del extremo superior del primer elemento de molde es predeterminada por un topógrafo, en particular un geodesta, para que el segmento de colada se encuentre

40 en conformidad con un plan de construcción. Por lo tanto, se utiliza la posición relativa del extremo inferior del primer elemento de molde y del extremo superior del anterior segmento de colada como una entrada al cálculo de la inclinación objetivo del primer elemento de molde en preparación de la siguiente etapa de vertido. Por lo tanto, el encofrado ascendente de la presente invención monitoriza la posición horizontal del extremo inferior del primer elemento de molde con respecto al extremo superior del anterior segmento de colada (es decir, el segmento de colada del nivel de la estructura de hormigón directamente debajo del segmento de máxima elevación de colada) para adaptar

50 en consecuencia la inclinación del primer elemento de molde.

Aunque el documento JP 2000314235 A regula un encofrado con respecto a dispositivos de medición en el suelo, la invención contempla un planteamiento iterativo, en el que se regula el primer elemento de molde con respecto al segmento de colada que hay debajo de la cavidad para verter el segmento de máxima elevación de colada.

55 De esta forma, se puede mejorar de forma significativa la precisión del posicionamiento del primer elemento de molde en la posición de vertido. Se hace que sea más sencillo compensar desviaciones del anterior segmento de colada del plan de construcción. Al medir tanto la inclinación como la distancia horizontal entre el extremo inferior del primer elemento de molde y el anterior segmento de colada, se puede liberar a los obreros implicados en la erección del

edificio de la tarea laboriosa y peligrosa de controlar manualmente la posición horizontal del extremo superior del primer elemento de molde cuando se posiciona el primer elemento de molde en la posición de vertido.

5 Este procedimiento puede repetirse varias veces para erigir una pluralidad de segmentos de colada, dando lugar a una estructura de hormigón de múltiples niveles. Una ventaja de la invención es que se realiza el posicionamiento del primer elemento de molde con respecto al segmento de colada de la anterior etapa de vertido.

10 Preferentemente, la primera unidad de medición está dispuesta en el extremo inferior del primer elemento de molde, en el que, preferentemente, al menos dos primeras unidades de medición están dispuestas a una distancia mutua en una dirección horizontal transversal a un desplazamiento de traslación del primer elemento de molde hasta una posición de vertido. De esta forma, se puede detectar de forma sencilla y fiable una separación formada entre el primer elemento de molde y el anterior segmento de colada, de forma que se pueda regular en consecuencia la inclinación del primer elemento de molde.

En una realización preferente, la primera unidad de medición comprende un dispositivo de transmisión y de recepción de ondas. Esta realización produce resultados precisos, prescinde de partes amovibles y evita un desgaste incluso con un uso intenso.

15 En una primera variante preferente, el dispositivo de transmisión y de recepción de ondas es un sensor láser de distancia, preferentemente basado en triangulación láser. El sensor láser de distancia puede comprender un láser, opcionalmente una lente de transmisión, opcionalmente una lente de recepción y un elemento de recepción de luz.

20 En una segunda variante preferente, la primera unidad de medición comprende un dispositivo de transmisión y de recepción de ondas ultrasónicas. El dispositivo de transmisión y de recepción de ondas ultrasónicas puede comprender un elemento ultrasónico para emitir una onda ultrasónica y recibir una reflexión de la onda ultrasónica.

25 En una alternativa particularmente sencilla, la primera unidad de medición comprende un elemento de contacto, preferentemente un pasador, amovible con respecto al primer elemento de molde desde una primera posición hasta una segunda posición en la que el primer elemento de molde es movido hasta una posición de vertido. En la primera posición, el elemento de contacto se extiende más allá del plano de la superficie externa del primer elemento de molde. Preferentemente, la primera unidad de medición comprende un elemento de resorte que empuja el elemento de contacto en la dirección de la primera posición. Por ejemplo, el elemento de contacto puede comprender un pasador que es movido desde la primera posición (reposo) hasta la segunda posición (retirada) cuando es presionado contra el extremo superior del anterior segmento de colada. Preferentemente, la primera unidad de medición comprende, además, un codificador, en particular un codificador magnético u óptico, para medir una posición del elemento de contacto, que puede ser comunicada a la unidad de procesamiento. En una variante preferente, el codificador detecta un desplazamiento lineal, preferentemente en una dirección sustancialmente horizontal, del elemento de contacto cuando se pone el primer elemento de molde en contacto con la superficie externa del anterior segmento de colada. Cuando se dispone el primer elemento de molde en la posición de vertido, se mueve el elemento de contacto desde la primera posición (reposo) hasta la segunda posición (completamente retirada), si la distancia horizontal entre el extremo inferior del primer elemento de molde y el extremo superior del anterior segmento de colada es sustancialmente nula. Sin embargo, si existe una separación entre el extremo inferior del primer elemento de molde y el extremo superior del anterior segmento de colada debida a obstáculos en la trayectoria del primer elemento de molde, el elemento de contacto es movido hasta una posición parcialmente retirada entre la primera posición y la segunda posición. Por lo tanto, el movimiento del elemento de contacto cuando el primer elemento de molde se acerca a la posición de vertido es indicativo de la formación de una separación entre el extremo inferior del primer elemento de molde y el extremo superior del anterior segmento de colada. Entonces, se comunican los datos desde la primera unidad de medición a la unidad de procesamiento para calcular una inclinación objetivo del primer elemento de molde.

30 35 40 45 En una realización preferente, la primera unidad de medición comprende un alojamiento del sensor que tiene una superficie frontal orientada hacia la cavidad, estando echada hacia atrás la superficie frontal contra la superficie externa del primer elemento de molde. Por lo tanto, la superficie frontal del alojamiento de la primera unidad de medición está separada de la superficie externa del primer elemento de molde en una dirección horizontal alejándose de la cavidad para recibir hormigón. De esta forma, la primera unidad de medición no interfiere con la puesta del primer elemento de molde en contacto con el extremo superior del anterior segmento de colada.

50 En una realización preferente, la primera unidad de medición, preferentemente también la unidad de procesamiento, están montadas en el primer elemento de molde, mientras que la primera estructura de soporte está libre de componentes del primer dispositivo de medición. Esta disposición es particularmente sencilla. Además, el primer elemento de molde puede ser suministrado al sitio de construcción completamente dotado del dispositivo de medición.

55 En otra realización preferente, la primera unidad de medición para medir una distancia horizontal entre el extremo inferior de la superficie externa del primer elemento de molde y el extremo superior de la superficie externa del anterior segmento de colada está dispuesta para medir un desplazamiento horizontal del extremo inferior del primer elemento de molde con respecto a la primera estructura de soporte.

Por lo tanto, se proporciona la primera unidad de medición de la presente realización para determinar el desplazamiento horizontal del extremo inferior del primer elemento de molde con respecto a un punto estacionario de referencia de la primera estructura de soporte (es decir, con un punto de referencia no amovible con el primer elemento de molde). La primera unidad de medición también puede estar dispuesta para determinar un desplazamiento vertical del primer elemento de molde con respecto al punto estacionario de referencia de la primera estructura de soporte. Preferentemente, el punto estacionario de referencia está ubicado en la plataforma de trabajo de la primera estructura de soporte. En esta realización, la unidad de procesamiento está dispuesta para determinar la separación entre el extremo inferior del primer elemento de molde y el extremo superior del anterior segmento de colada teniendo en cuenta la medición del desplazamiento horizontal del extremo inferior del primer elemento de molde con respecto a la primera estructura de soporte. Con el fin de calcular el desplazamiento del primer elemento de molde, la unidad de procesamiento puede utilizar información adicional almacenada en una unidad de almacenamiento de datos conectada con la unidad de procesamiento. Tal información adicional puede estar relacionada con la disposición de la primera estructura de soporte con respecto al anterior segmento de colada y/o con las dimensiones del primer elemento de molde. En la siguiente etapa, la unidad de procesamiento calcula una inclinación objetivo del primer elemento de molde, de forma que el extremo superior del primer elemento de molde se encuentre en una posición horizontal objetivo. Preferentemente, la posición horizontal objetivo del extremo superior del primer elemento de molde es predeterminada por un topógrafo, en particular un geodesta, para que el segmento de colada se encuentre en conformidad con un plan de construcción. Por lo tanto, se utiliza la posición relativa del extremo inferior del primer elemento de molde y del extremo superior del anterior segmento de colada como una entrada al cálculo de la inclinación objetivo del primer elemento de molde en preparación de la siguiente etapa de vertido. Por lo tanto, el encofrado ascendente de la presente invención monitoriza la posición horizontal del extremo inferior del primer elemento de molde con respecto al extremo superior del anterior segmento de colada para adaptar en consecuencia la inclinación del primer elemento de molde. De esta forma, se puede mejorar de forma significativa la precisión del posicionamiento del primer elemento de molde en la posición de vertido. Se hace que sea más sencillo compensar desviaciones del anterior segmento de colada del plan de construcción. Al medir tanto la inclinación como el desplazamiento horizontal del extremo inferior del primer elemento de molde, se puede liberar a los obreros implicados en la erección del edificio de la tarea laboriosa y peligrosa de controlar manualmente la posición horizontal del extremo superior del primer elemento de molde cuando se posiciona el primer elemento de molde en la posición de vertido.

Para los fines de la presente divulgación, las indicaciones posicionales y direccionales, como "inferior", "superior", "horizontal" y "vertical", hacen referencia a la disposición del encofrado ascendente en uso cuando se erige el edificio.

En una realización particularmente preferente, la primera unidad de medición comprende un primer elemento de referencia dispuesto en la primera estructura de soporte y un segundo elemento de referencia dispuesto en el primer elemento de molde. Cuando se mueve el primer elemento de molde hasta la posición de vertido, se mueve el segundo elemento de referencia fijado al primer elemento de molde con respecto al primer elemento de referencia fijado a la primera estructura de soporte. La primera unidad de medición está dispuesta para medir la distancia horizontal entre el primer elemento de referencia y el segundo, lo que es indicativo de la posición del extremo inferior del primer elemento de molde con respecto al extremo superior del anterior segmento de colada. Por lo tanto, la unidad de procesamiento que recibe las mediciones procedentes de la primera unidad de medición puede determinar la anchura de la separación entre el extremo inferior del primer elemento de molde y el extremo superior del segmento de colada de la anterior etapa de vertido. Entonces, se puede regular en consecuencia la inclinación del primer elemento de molde.

Para obtener información posicional precisa y fiable acerca del extremo inferior del primer elemento de molde con respecto al anterior segmento de colada, la primera unidad de medición comprende, preferentemente, un dispositivo óptico, en particular una cámara, estando dispuesto el dispositivo óptico para situar el primer elemento de referencia en la primera estructura de soporte y la segunda referencia en el primer elemento de molde, respectivamente. Los elementos primero y segundo de referencia están ubicados en el campo de visión del dispositivo óptico, respectivamente. La unidad de procesamiento está dispuesta para calcular una distancia horizontal entre el primer elemento de referencia y el segundo a partir de los datos proporcionados por el dispositivo óptico. En una realización particularmente preferente, el dispositivo óptico es una cámara dispuesta para obtener una imagen que incluye el primer elemento de referencia y el segundo. En este caso, la unidad de procesamiento puede incluir una unidad de procesamiento de imágenes, como se conoce *per se* en la técnica, para deducir la distancia horizontal entre el primer elemento de referencia y el segundo a partir de la imagen tomada por la cámara.

En una realización preferente, el primer elemento de referencia y el segundo comprenden unos elementos de código de barras primero y segundo, respectivamente. Se puede utilizar el dispositivo óptico para determinar los puntos centrales de los elementos de código de barras primero y segundo. El primer elemento de código de barras y el segundo también pueden tener unos códigos de identificación primero y segundo únicos. La unidad de medición y la unidad de procesamiento pueden estar dispuestas para leer los códigos de identificación primero y segundo. Preferentemente, se utilizan elementos de código de barras de matriz bidimensional, conocidos como códigos QR (respuesta rápida).

Para facilitar la medición del desplazamiento horizontal del extremo inferior del primer elemento de molde, el segundo elemento de referencia está dispuesto, preferentemente, en el extremo inferior del primer elemento de molde.

En una realización preferente, el dispositivo óptico y/o el sensor de inclinación están dispuestos en el primer elemento de molde.

5 En una realización preferente, la unidad de procesamiento está dispuesta para comparar el desplazamiento horizontal del segundo elemento de referencia con respecto al primer elemento de referencia con una distancia horizontal entre una superficie externa de un anterior segmento de colada y el primer elemento de referencia, estando dispuesta la unidad de procesamiento, además, para calcular una separación entre el primer elemento de molde y la superficie externa del anterior segmento de colada. Debido a obstáculos en la trayectoria del primer elemento de molde entre una posición retirada y una posición de vertido, puede extenderse una separación entre superficies externas enfrentadas del primer elemento de molde y el anterior segmento de colada. Al medir el desplazamiento horizontal del extremo inferior del primer elemento de molde se puede medir y tener en cuenta la separación en el cálculo de la inclinación objetivo del primer elemento de molde.

15 En una realización preferente adicional, se dispone un tercer elemento de referencia en la primera estructura de soporte, estando dispuesto el tercer elemento de referencia a una distancia desde el primer elemento de referencia en una dirección alejándose de la cavidad, estando dispuesto el dispositivo óptico para situar el tercer elemento de referencia. En esta realización, el primer elemento de molde puede estar dispuesto con facilidad en una posición retirada definida, que facilita el posicionamiento de refuerzos antes de que se mueva el primer elemento de molde hasta la posición de vertido.

20 En una realización particularmente preferente, la unidad de procesamiento está dispuesta para calcular la desviación entre la posición horizontal real del primer elemento de molde y una posición retirada objetivo del primer elemento de molde utilizando la ubicación del tercer elemento de referencia. Por lo tanto, el tercer elemento de referencia está dispuesto más alejado de la cavidad en comparación con el primer elemento de referencia. Al monitorizar la distancia horizontal entre el tercer elemento de referencia fijado al primer elemento de estructura de soporte y el segundo elemento de referencia amovible con el primer elemento de molde, preferentemente por medio del dispositivo óptico mencionado anteriormente, el primer elemento de molde puede disponerse con facilidad en una posición retirada definida, que está separada de la posición de vertido. Esta posición retirada puede ser utilizada para disponer los refuerzos en la cavidad antes de que se lleve el primer elemento de molde hasta la posición de vertido, en la que el primer elemento de molde delimita la cavidad para recibir hormigón. Se puede mostrar la desviación del primer elemento de molde de la posición retirada en el dispositivo de visualización, señalizada por el dispositivo de señalización y/o utilizada como una entrada para la unidad de accionamiento conectada con la unidad de procesamiento, respectivamente.

35 En una realización preferente, en la posición retirada del primer elemento de molde se prolonga del primer elemento de molde una pieza de separación para un refuerzo del segmento de colada que ha de ser vertido. De esta forma, se puede disponer con facilidad el refuerzo en el espacio previsto para recibir hormigón en la etapa de vertido, mientras que el primer elemento de molde se encuentra en la posición retirada. Debido a la pieza de separación, se puede evitar que los refuerzos se extiendan más allá de su posición prevista. Preferentemente, la posición retirada está separada de la posición de vertido, de forma que los refuerzos se encuentren en contacto con la pieza de separación cuando el primer elemento de molde se encuentra en su posición retirada. Después de que se completa el posicionamiento de los refuerzos, se puede retirar la pieza de separación, de forma que se pueda mover con seguridad el primer elemento de molde hasta la posición de vertido, sin peligro de una colisión con los refuerzos dispuestos anteriormente. Por lo tanto, se puede evitar cualquier daño del primer elemento de molde y de su primera estructura de soporte.

45 Preferentemente, la pieza de separación está montada en el primer elemento de molde. En la posición retirada, la pieza de separación se extiende, preferentemente, de forma esencialmente perpendicular con respecto al plano principal del primer elemento de molde. En una realización preferente, la pieza de separación está conectada de forma pivotante con el primer elemento de molde, preferentemente en el extremo superior del mismo. En este caso, la pieza de separación puede ser pivotante entre una posición trincada para la posición de vertido del primer elemento de molde y una posición operativa para la posición retirada del primer elemento de molde. En la posición operativa, la pieza de separación se prolonga desde el primer elemento de molde en la dirección del espacio para disponer los refuerzos. En una realización alternativa, la pieza de separación puede estar conectada de forma separable con el primer elemento de molde.

50 En una realización preferente, el sensor de inclinación comprende un dispositivo láser de plomada (láser de plomada), que comprende, preferentemente, una fuente de radiación láser para emitir un haz vertical de rayos láser, un soporte preferentemente autonivelante para montar la fuente de radiación láser sobre el mismo, una placa objetivo para recibir el haz vertical de rayos láser procedente de la fuente de radiación láser y una unidad de cámara para detectar un desplazamiento de una intersección del haz vertical de rayos láser con la placa objetivo. Preferentemente, la fuente de radiación láser está montada en uno del extremo inferior o del superior del primer elemento de molde, mientras que la placa objetivo, preferentemente también la unidad de cámara, está montada en el otro del extremo inferior y del superior del primer elemento de molde. Esta realización permite una adaptación sencilla a distintas alturas del primer elemento de molde. Además, se facilitan la instalación y el transporte del primer elemento de molde. Además, el dispositivo láser de plomada puede ser sustituido con facilidad. Para lograr resultados precisos y fiables, se prefiere

que el soporte autonivelante esté conectado con un dispositivo amortiguador para amortiguar vibraciones del soporte autonivelante.

5 En otra realización preferente, el sensor de inclinación comprende un elemento longitudinal, preferentemente una varilla de medición o un cable o cordón, montado en el primer elemento de molde, extendiéndose el elemento longitudinal, preferentemente, desde un extremo superior del primer elemento de molde hasta el extremo inferior del primer elemento de molde, estando conectado el elemento longitudinal, preferentemente, con el primer elemento de molde en el extremo superior y en el extremo inferior del primer elemento de molde, respectivamente. Esta realización es particularmente ventajosa porque se aumenta de forma significativa la precisión de la medición de la inclinación del primer elemento de molde. En muchos casos, la forma del primer elemento de molde solo puede proporcionarse con una precisión limitada. En tales casos, la medición de la inclinación del primer elemento de molde en una posición arbitraria en la longitud del primer elemento de molde no produciría resultados fiables. En la realización mencionada anteriormente, se puede evitar este problema conectando el elemento longitudinal con el primer elemento de molde en dos posiciones separadas entre sí, preferentemente en el extremo superior y en el inferior del primer elemento de molde. En este caso, las deformaciones del primer elemento de molde son menos perjudiciales para las mediciones de inclinación.

Si el elemento longitudinal es un cable o un cordón, es preferible que el cable o el cordón esté conectado con un dispositivo tensor. Esta variante es particularmente ligera y fiable. El cable o el cordón puede estar alojado en un elemento hueco, en particular en un tubo. De esta forma, se reducen de forma significativa los riesgos de daños al cable o al cordón.

20 Si el elemento longitudinal es una varilla de medición, la instalación es particularmente sencilla y se pueden reducir los costes.

En la presente realización, es preferible que el elemento longitudinal esté conectado con el primer elemento de molde mediante un primer soporte pivotante, preferentemente en el extremo inferior del primer elemento de molde, y un segundo soporte pivotante, preferentemente en el extremo superior del primer elemento de molde. Por lo tanto, en la presente realización el elemento longitudinal está soportado, preferentemente en extremos opuestos, por medio de un primer soporte pivotante o inclinable y un segundo soporte pivotante o inclinable. De esta forma, la disposición del elemento longitudinal refleja con precisión la inclinación del primer elemento de molde.

30 En una realización particularmente preferente, la unidad de procesamiento está conectada con una unidad de almacenamiento de datos que almacena un valor de corrección para una posición del primer elemento de molde, derivándose el valor de corrección de la desviación entre una posición de un anterior segmento de colada desde una posición de referencia del anterior segmento de colada, estando dispuesta la unidad de procesamiento para calcular la inclinación objetivo del primer elemento de molde utilizando el valor de corrección para la posición del primer elemento de molde además de la distancia horizontal entre el extremo inferior de la superficie externa del primer elemento de molde y el extremo superior de la superficie externa del anterior segmento de colada. Como se conoce por la técnica anterior, se puede deducir una multitud de valores de corrección para secciones individuales del segmento de colada que ha de ser vertido. Cada valor de corrección refleja la desviación de un cierto punto de medición de la posición del anterior segmento de colada construido, en particular en un extremo superior del mismo, desde su posición de referencia, es decir su posición prevista según se muestra en el plan de construcción. Se conocen un número de técnicas para obtener puntos de medición del anterior segmento de colada construido para calcular los valores de corrección a partir de los mismos. Por ejemplo, se pueden utilizar herramientas láser de plomada. Por esta razón, en la presente divulgación se pueden omitir explicaciones detalladas de las mismas. Sin embargo, según la presente invención se mejora la formación del segmento de colada utilizando no solo los valores de corrección sino también la entrada procedente de la primera unidad de medición. De esta forma, se puede calcular con precisión la inclinación objetivo del primer elemento de molde sin la necesidad de medir manualmente la posición horizontal del extremo superior del primer elemento de molde.

Se puede mejorar el posicionamiento del primer elemento de molde de varias formas en función de la determinación de la desviación entre la inclinación real y la inclinación objetivo del primer elemento de molde.

50 En una realización preferente, la unidad de procesamiento está conectada con un dispositivo de visualización para representar visualmente la desviación entre la inclinación objetivo y la inclinación real del primer elemento de molde. En esta realización particularmente sencilla, el dispositivo de visualización representa visualmente información acerca de la desviación del primer elemento de molde de su posición objetivo. Esta información puede ser utilizada para cambiar manualmente la inclinación del primer elemento de molde.

55 En una realización preferente adicional, la unidad de procesamiento está conectada con un dispositivo de señalización para señalar la desviación entre la inclinación objetivo y la inclinación real del primer elemento de molde. El dispositivo de señalización puede estar dispuesto para emitir una señal acústica o una visual.

En una realización preferente adicional, el encofrado ascendente comprende una unidad de accionamiento para regular el primer elemento de molde con respecto a la primera estructura de soporte, comprendiendo la unidad de accionamiento, preferentemente, una primera unidad de inclinación para inclinar el primer elemento de molde y/o una

primera unidad de desplazamiento horizontal para desplazar horizontalmente el primer elemento de molde y/o una primera unidad de desplazamiento vertical para desplazar verticalmente el primer elemento de molde.

5 En una realización preferente adicional, la unidad de procesamiento está conectada con la primera unidad de inclinación para inclinar el primer elemento de molde según la inclinación objetivo. En la presente realización, se puede regular el primer elemento de molde por medio de la primera unidad de inclinación, en particular pivotando el primer elemento de molde en torno a un eje horizontal de pivote.

Según la presente invención, el procedimiento para erigir una estructura de hormigón vertiendo sucesivamente una pluralidad de segmentos de hormigón comprende las etapas de

- 10
- disponer un encofrado ascendente que tiene al menos un primer elemento de molde con una superficie externa en una posición de vertido, delimitando el primer elemento de molde una cavidad para recibir hormigón para formar un segmento de máxima elevación de colada,
 - soportar el primer elemento de molde en la posición de vertido,
 - medir una inclinación real del primer elemento de molde,

15

 - medir una distancia horizontal entre el extremo inferior de la superficie externa del primer elemento de molde y el extremo superior de la superficie externa del anterior segmento de colada,
 - calcular una inclinación objetivo del primer elemento de molde utilizando la medición de la distancia horizontal entre el extremo inferior de la superficie externa del primer elemento de molde y el extremo superior de la superficie externa del anterior segmento de colada orientada hacia la superficie externa del primer elemento de molde,
 - determinar la desviación entre la inclinación real y la inclinación objetivo del primer elemento de molde.

20 En una realización preferente, el procedimiento comprende, además, las etapas de

- almacenar un valor de corrección para una posición del primer elemento de molde, derivándose el valor de corrección de la desviación entre una posición de un anterior segmento de colada desde una posición de referencia del anterior segmento de colada,

25

- calcular la inclinación objetivo del primer elemento de molde utilizando el valor de corrección para la posición del primer elemento de molde y la distancia horizontal entre el extremo inferior de la superficie externa del primer elemento de molde y el extremo superior de la superficie externa del anterior segmento de colada.

En una realización preferente, el procedimiento comprende, además, al menos uno de

- 30
- representar visualmente la desviación entre la inclinación objetivo y la inclinación real del primer elemento de molde,
 - señalar la desviación entre la inclinación objetivo y la inclinación real del primer elemento de molde,
 - inclinar el primer elemento de molde según la inclinación objetivo por medio de una unidad de accionamiento.

Además de los aspectos, de las realizaciones y de las características descritos anteriormente, serán evidentes aspectos, realizaciones y características adicionales por referencia a las figuras y a la siguiente descripción detallada.

35 La Fig. 1 es una vista esquemática de un encofrado ascendente para la erección progresiva de una estructura de edificio que tiene unos elementos de molde primero y segundo soportados por unas estructuras de soporte primera y segunda, respectivamente, según la presente invención;

la Fig. 2 es una vista ampliada del encofrado ascendente mostrado en la Fig. 1, estando dispuesto el primer elemento de molde en una posición esencialmente vertical de colada;

40 la Fig. 3 es una vista del encofrado ascendente según la Fig. 2, estando dispuesto el primer elemento de molde en una posición inclinada de colada;

la Fig. 4 es una vista en planta del encofrado ascendente según las Figuras 1 a 3;

la Fig. 5 es una vista del encofrado ascendente según las Figuras 2, 3, en la que el primer elemento de molde se ha movido hasta una posición retirada para disponer refuerzos en la cavidad para recibir hormigón;

45 la Fig. 6 es un diagrama funcional del encofrado ascendente de las Figuras 1 a 5;

la Fig. 7 es un diagrama de bloques de un procedimiento para erigir una estructura de hormigón vertiendo sucesivamente una pluralidad de segmentos de hormigón según la invención;

la Fig. 8 es una vista de un encofrado ascendente, dispuesto en una posición retirada, según otra realización de la invención;

50 la Fig. 9 es una vista del encofrado ascendente de la Fig. 8 cuando el primer elemento de molde se acerca al anterior segmento de colada;

la Fig. 10 es una vista del encofrado ascendente de las Figuras 8, 9 en la posición de vertido;

la Fig. 11 es una vista en perspectiva del primer elemento de molde del encofrado ascendente de las Figuras 8 a 10;

la Fig. 12 es una vista ampliada del encofrado ascendente según otra realización más de la invención;

55 la Fig. 13 es una vista ampliada del encofrado ascendente según otra realización más de la invención;

la Fig. 14 es una vista del primer elemento de molde del encofrado ascendente según otra realización más de la invención;

la Fig. 15 es una vista detallada del extremo superior y del inferior del primer elemento de molde según la Fig. 14; y
la Fig. 16 es una vista del primer elemento de molde del encofrado ascendente según otra realización más de la invención.

5 La Fig. 1 muestra un encofrado ascendente 1 para una erección progresiva de una estructura 2 de hormigón, por ejemplo un rascacielos. La estructura 2 de hormigón es erigida en una pluralidad de etapas de colada, en las que se forma un número correspondiente de segmentos 3 de colada, correspondiéndose cada uno con un nivel de la estructura 2 de hormigón. Para este fin, el encofrado ascendente 1 comprende un primer elemento 4 de molde y un
10 segundo elemento 5 de molde. Cada uno del primer elemento 4 de molde y del segundo 5 comprende un panel de encofrado. En una posición de vertido, el primer elemento 4 de molde y el segundo 5 definen una cavidad o un espacio 6 entre los mismos para recibir hormigón para formar un segmento de máxima elevación de colada. En detalle, una superficie externa 4a del primer elemento 4 de molde está orientada hacia la cavidad 6, mientras que una superficie interna 4b del primer elemento 4 de molde está orientada alejándose de la cavidad 6 para recibir hormigón. Como es habitual, los refuerzos 10 están dispuestos en la cavidad 6 entre el primer elemento 4 de molde y el segundo 5 antes
15 de la colada del segmento de máxima elevación de colada. Los refuerzos 10 se prolongan hacia arriba del extremo superior del primer elemento 4 de molde y del segundo elemento 5 de molde. El encofrado ascendente 1 comprende, además, una primera estructura 7 de soporte para soportar el primer elemento 4 de molde y una segunda estructura 8 de soporte para soportar el segundo elemento 5 de molde. En la realización mostrada, se puede utilizar una grúa para elevar el encofrado ascendente 1 tras la finalización de una etapa de vertido. Sin embargo, como es bien sabido
20 en la técnica anterior, la primera estructura 7 de soporte puede estar conectada con un primer dispositivo de elevación y la segunda estructura 8 de soporte puede estar conectada con un segundo dispositivo de elevación. Los dispositivos de elevación primero y segundo están dispuestos para elevar el primer elemento 4 de molde y el segundo 5 en una dirección vertical desde una primera posición de vertido para formar un primer segmento de colada hasta una segunda posición de vertido para formar un segundo segmento de colada, estando dispuesto el segundo segmento de colada encima del primer segmento de colada. De esta forma, se proporciona un encofrado automático o autoascendente.

Se explicará el encofrado ascendente 1 con referencia al primer elemento 4 de molde y a la primera estructura 7 de soporte (según se muestra en el lado izquierdo de la Fig. 1). Sin embargo, se comprenderá que la descripción también se aplica al segundo elemento 5 de molde y a la segunda estructura 8 de soporte (según se muestra en el lado derecho de la Fig. 1). En cualquier caso, la construcción de la primera estructura 7 de soporte y de la segunda del encofrado ascendente mostrado 1 es convencional, por lo que se pueden omitir las explicaciones detalladas.
30

La primera estructura 7 de soporte comprende un miembro 11 de soporte, que está montado en una unidad 12 de accionamiento para regular la posición y la orientación del primer elemento 4 de molde con respecto a la primera estructura 7 de soporte. En la realización mostrada, la unidad 12 de accionamiento comprende una primera unidad 13 de inclinación para inclinar el primer elemento 4 de molde. La unidad 13 de inclinación permite que el primer elemento
35 4 de molde sea desplegado bien en una posición vertical de colada (véase la Fig. 2) como en una posición inclinada de colada (véase la Fig. 3). La inclinación del primer elemento 4 de molde puede reflejar un valor de corrección con respecto a un anterior segmento 16 de colada. Además, la unidad 12 de accionamiento comprende una primera unidad 14 de desplazamiento horizontal para mover el primer elemento 4 de molde hasta una posición para su vertido. Además, la unidad 12 de accionamiento puede comprender una primera unidad de desplazamiento vertical para desplazar verticalmente el primer elemento 4 de molde.
40

En la realización mostrada, la primera estructura 7 de soporte comprende una plataforma 7a de trabajo para soportar el primer elemento 4 de molde desde abajo. Sin embargo, en una realización alternativa, el primer elemento 4 de molde está suspendido de la primera estructura 7 de soporte. En la técnica anterior se conocen tales encofrados de suspensión.

45 La unidad 12 de accionamiento puede comprender cualquier accionador conocido. Por ejemplo, la unidad 13 de inclinación puede incluir un émbolo y un cilindro hidráulicos para inclinar el primer elemento 4 de molde. Además, la unidad 14 de desplazamiento horizontal puede incluir un mecanismo de carro para desplazar horizontalmente el primer elemento 4 de molde, según se explica en el documento WO 2011/127970. En una realización menos preferente, el elemento 4 de molde es regulado manualmente para su disposición en la posición de vertido.

50 En la posición de vertido, el extremo inferior de la superficie externa 4a del primer elemento 4 de molde se apoya contra el extremo superior de una superficie externa 16a del anterior segmento 16 de colada, es decir, el segmento de colada directamente debajo de la cavidad 6 para formar el segmento de máxima elevación de colada (véase la Fig. 2). Sin embargo, debido a obstáculos en la trayectoria del primer elemento 4 de molde puede no ser posible disponer el primer elemento 4 de molde en la posición de reposo contra el anterior segmento 16. Por esta razón, la realización
55 mostrada del encofrado ascendente 1 está dispuesta para determinar la posición del extremo inferior del primer elemento 4 de molde para regular la inclinación del primer elemento 4 de molde, de forma que el extremo superior del primer elemento 4 de molde esté dispuesto en una posición horizontal objetivo antes de la colada.

En la realización mostrada, el encofrado ascendente 1 comprende un primer sensor 15 de inclinación, también denominado inclinómetro, para medir una inclinación del plano principal del primer elemento 4 de molde con respecto

a un plano vertical. El sensor 15 de inclinación puede ser de diseño convencional y solo se ilustra de forma esquemática en los dibujos. El encofrado ascendente 1 comprende, además, una primera unidad 17 de medición para medir un desplazamiento horizontal del extremo inferior del primer elemento 4 de molde con respecto a una plataforma 7a de trabajo de la primera estructura 7 de soporte. Una unidad 18 de procesamiento (véase la Fig. 6) se comunica con el primer sensor 15 de inclinación y con la primera unidad 17 de medición, respectivamente.

La unidad 18 de procesamiento calcula una inclinación objetivo del primer elemento 4 de molde en función de la entrada procedente de la primera unidad 17 de medición, que mide el desplazamiento horizontal del extremo inferior del primer elemento de molde (es decir, el extremo del primer elemento 4 de molde adyacente a la plataforma 7a de trabajo). En función de esto, la unidad 18 de procesamiento determina la desviación entre la inclinación real y la inclinación objetivo del primer elemento 4 de molde.

Para determinar la posición horizontal del extremo inferior del primer elemento 4 de molde, la primera unidad 17 de medición comprende un primer elemento 19 de referencia dispuesto de forma estacionaria en la primera estructura 7 de soporte y un segundo elemento 20 de referencia dispuesto en el primer elemento 4 de molde. El primer elemento 19 de referencia y el segundo elemento 20 de referencia están dispuestos en el campo de visión de un dispositivo óptico 21 de la primera unidad 15 de medición, según se ilustra mediante líneas 22 de puntos. Preferentemente, el dispositivo óptico 21 es una cámara con capacidad para capturar imágenes que contienen tanto el primer elemento 19 de referencia como el segundo elemento 20 de referencia. La unidad 18 de procesamiento comprende una unidad 23 de procesamiento de imágenes para determinar una distancia horizontal entre un punto central del primer elemento 19 de referencia y un punto central del segundo elemento 20 de referencia. Preferentemente, el primer elemento 19 de referencia y el segundo 20 comprenden un primer elemento de código de barras y uno segundo, respectivamente. El segundo elemento 20 de referencia está dispuesto en el extremo inferior del primer elemento 4 de molde, mientras que el primer elemento 19 de referencia está dispuesto en la plataforma 7a de trabajo de la primera estructura 7 de soporte. En la realización mostrada, el dispositivo óptico 21 y el sensor 15 de inclinación están fijados de forma inamovible al primer elemento 4 de molde.

En preparación del vertido del segmento de máxima elevación de colada, la unidad 18 de procesamiento compara el desplazamiento horizontal del segundo elemento 20 de referencia con respecto al primer elemento 19 de referencia con la distancia horizontal conocida entre la superficie externa 16a del anterior segmento 16 de colada y el primer elemento 19 de referencia. En función de esta comparación, la unidad 18 de procesamiento determina una separación, es decir, una distancia horizontal, entre el extremo inferior de la superficie externa 4a del primer elemento 4 de molde y el extremo superior de la superficie externa 16a del anterior segmento 16 de colada. Por lo tanto, se comprueba si el primer elemento 4 de molde se apoya completamente contra el anterior segmento 16 de colada.

La unidad 18 de procesamiento está conectada, además, con una unidad 24 de almacenamiento de datos que almacena una multitud de valores de corrección para el segmento de colada de la presente etapa de vertido. Los valores de corrección para el segmento de colada son transformados en valores de corrección para la posición del primer elemento 4 de molde, de forma que se compensen en la presente etapa de vertido las desviaciones del anterior segmento 16 de colada construido a partir de la posición de referencia según se muestra en el plan de construcción. Para la regulación del primer elemento 4 de molde, la unidad 18 de procesamiento calcula la inclinación objetivo del primer elemento 4 de molde utilizando el valor de corrección para la posición del primer elemento 4 de molde además de la medición del desplazamiento horizontal del extremo inferior del primer elemento 4 de molde.

Como puede verse, de forma esquemática, en la Fig. 6, la unidad 18 de procesamiento está conectada, preferentemente, con un dispositivo 25 de visualización para representar visualmente la desviación entre la inclinación objetivo y la inclinación real del primer elemento 4 de molde. La unidad 18 de procesamiento también puede estar conectada con un dispositivo 26 de señalización para señalar la desviación entre la inclinación objetivo y la inclinación real del primer elemento 4 de molde. Finalmente, la unidad 18 de procesamiento está conectada, preferentemente, con la primera unidad 13 de inclinación de la unidad 12 de accionamiento para inclinar el primer elemento 4 de molde según la inclinación objetivo.

La Fig. 5 ilustra otra realización del encofrado ascendente 1, en la que se dispone un tercer elemento 27 de referencia en la primera estructura 7 de soporte. El tercer elemento 27 de referencia puede ser un elemento de código de barras, en particular un código de barras de matriz bidimensional. El tercer elemento 27 de referencia está dispuesto a una distancia desde el primer elemento 19 de referencia en una dirección que se aleja de la cavidad 6. El dispositivo óptico 21 ubica, simultáneamente, el tercer elemento 27 de referencia en la primera estructura 7 de soporte y el segundo elemento 20 de referencia en el primer elemento 4 de molde. De la misma forma que se ha explicado anteriormente, la unidad 18 de procesamiento puede determinar la distancia horizontal entre el segundo elemento 20 de referencia y el tercero 27 para disponer el primer elemento 4 de molde en una posición retirada definida (mostrada en la Fig. 5), que está separada de la posición de vertido por una distancia horizontal definida.

En esta posición retirada, se pueden disponer con facilidad los refuerzos 10 para el segmento de máxima elevación de colada. Esto se facilita mediante una pieza 28 de separación. En la realización mostrada, la pieza 28 de separación está montada de forma pivotante en el extremo superior del primer elemento 4 de molde. En la posición retirada del primer elemento 4 de molde, se ponen los refuerzos 10 en contacto con la pieza 28 de separación. En este caso, se

garantiza que los refuerzos 10 estarán dispuestos en su posición prevista en el interior de la cavidad 6 después de que se retire la pieza 28 de separación y que se mueva el primer elemento 4 de molde hasta la posición de vertido.

La Fig. 7 muestra un diagrama de flujo que ilustra la regulación del encofrado ascendente 1 en preparación de la etapa de vertido. Antes de que se inicie el procedimiento, se mueve el primer elemento 4 de molde hasta la posición de vertido poniendo el extremo inferior del primer elemento 4 de molde en contacto con el extremo superior del anterior segmento 16 de colada.

En el bloque 100, se inicia el procedimiento de medición y de regulación. En el inicio, el encofrado ascendente 1 puede pasar un número de pruebas. En el bloque 101, se comprueba la potencia de los componentes electrónicos del encofrado ascendente 1. En el bloque 102, se sitúa el elemento 19 de referencia por medio de la primera unidad 17 de medición. De la misma forma, se sitúa el elemento 20 de referencia en el bloque 103. En el bloque 104, se comprueba la disponibilidad de un valor de corrección para la presente posición del primer elemento 4 de molde en la unidad 24 de almacenamiento de datos. En el bloque 105, se verifica la información acerca de la geometría, en particular la altura, del primer elemento 4 de molde. Si falla cualquiera de estas comprobaciones, se devuelve un error en el bloque 106. En este caso, se siguen rutinas para eliminar la fuente del error (bloque 107), antes de que se repitan las comprobaciones (bloque 108). Si se completan con éxito las comprobaciones en los bloques 101 a 105, se inicia la medición del desplazamiento horizontal del extremo inferior del primer elemento 4 de molde (bloque 107). Se deduce un valor de control de la distancia horizontal entre el segundo elemento 20 de referencia y el primer elemento 19 de referencia (bloque 108). Se compara el valor de control con la distancia conocida entre el primer elemento 19 de referencia y la superficie externa 16a del anterior segmento 16 de colada (bloque 109). Si esta comparación tiene como resultado el hallazgo de que el primer elemento 4 de molde se encuentra en contacto con el anterior segmento 16 de colada, el programa procede al cálculo de la inclinación objetivo del primer elemento 4 de molde (bloque 110). Si el valor de control indica un desplazamiento del extremo inferior del primer elemento 4 de molde desde la posición del primer elemento 4 de molde que se apoya contra el anterior segmento 16 de colada, se emite un mensaje de error en el dispositivo 25 de visualización (bloque 111). Entonces, el operario puede decidir si es aceptable la falta de alineamiento determinada del primer elemento 4 de molde en la posición de vertido (bloque 112). En caso afirmativo, el programa procede al cálculo de la inclinación objetivo del primer elemento 4 de molde en el bloque 110. Por otra parte, si la desviación de la posición del primer elemento 4 de molde supera un umbral tolerable, el programa puede volver a la etapa 107. En el bloque 113, el sensor 15 de inclinación devuelve una inclinación real del primer elemento 4 de molde. En el bloque 114, se compara la inclinación objetivo del primer elemento 4 de molde con la inclinación real del primer elemento 4 de molde. Si la inclinación real del primer elemento 4 de molde se corresponde con la inclinación objetivo, un mensaje indica el posicionamiento correcto del primer elemento 4 de molde (bloque 115) y se concluye el procedimiento (bloque 116). En un caso en el que la inclinación real del primer elemento 4 de molde se desvía de la inclinación objetivo, el dispositivo 25 de visualización alerta al instructor de la desviación (bloque 117). El mensaje puede contener instrucciones acerca de cómo regular manualmente la inclinación del primer elemento 4 de molde, de manera que se logre la posición objetivo del extremo superior del primer elemento 4 de molde. En el bloque 118, se regula manualmente o por medio de la unidad 12 de accionamiento la inclinación del primer elemento 4 de molde. Entonces, el procedimiento vuelve a la medición del desplazamiento horizontal del primer elemento 4 de molde en el bloque 107. Se repite esta subrutina hasta que se logre la inclinación objetivo del primer elemento 4 de molde (bloque 114), de forma que se pueda concluir la regulación del primer elemento 4 de molde (bloque 116).

En las Figuras 8 a 15 se muestran realizaciones adicionales de la invención. A continuación, solo se explicarán las diferencias relevantes a la realización mostrada en las Figuras 1 a 7.

Las realizaciones de las Figuras 8 a 15 tienen en común que no solo el primer sensor 15 de inclinación sino también todos los componentes de la primera unidad 17 de medición están dispuestos en el primer elemento 4 de molde. De esta forma, no se necesita realizar con respecto a la plataforma 7a de trabajo la medición de la distancia horizontal entre el extremo inferior de la superficie externa 4a del primer elemento 4 de molde y el extremo superior de la superficie externa 16a del anterior segmento 16 de colada.

En las Figuras 8 a 15 se muestran variantes de la primera unidad 17 de medición y del sensor 15 de inclinación. El experto en la técnica comprenderá que se pueden utilizar todas las combinaciones de las variantes de la primera unidad 17 de medición y del sensor 15 de inclinación, respectivamente, en el encofrado 1.

Según la realización de las Figuras 8 a 11, la primera unidad 17 de medición comprende un elemento 29 de contacto para hacer contacto con el extremo superior de la superficie externa 16a del anterior segmento 16 de colada (para detalles de esta unidad 17 de medición, véase la Fig. 15). El elemento 29 de contacto es amovible con respecto al primer elemento 4 de molde cuando se lleva el primer elemento 4 de molde hasta la posición de vertido. En la realización mostrada, el elemento 29 de contacto comprende un pasador que puede ser presionado contra el extremo superior del anterior segmento 16 de colada. La primera unidad 17 de medición comprende, además, un codificador, por ejemplo un codificador magnético, para proporcionar una posición del elemento 29 de contacto con respecto al primer elemento 4 de molde. El codificador está conectado con la unidad 18 de procesamiento que está dispuesta en la superficie interna 4b del primer elemento 4 de molde. En la realización mostrada, el codificador detecta un desplazamiento lineal del elemento 29 de contacto en una dirección sustancialmente horizontal cuando se pone el primer elemento de molde en contacto con la superficie externa 16a del anterior segmento 16 de colada. La primera

unidad 17 de medición comprende, además, un elemento 30 de resorte que empuja el elemento 29 de contacto en la dirección de una primera posición (reposo), que se corresponde con que el elemento 29 de contacto esté fuera de contacto con el extremo superior del anterior segmento 16 de colada (véase la Fig. 8). Cuando se dispone el primer elemento de molde en la posición de vertido (véase la Fig. 10), el elemento 29 de contacto puede hacer contacto en primer lugar con el extremo superior del anterior segmento 16 de colada (véase la Fig. 9) y puede ser desplazado, entonces, hacia atrás desde la posición de reposo hasta una posición retirada. Si no hay ninguna separación entre el extremo inferior del primer elemento 4 de molde y el extremo superior del anterior segmento 16 de colada, se dispone el elemento 16 de contacto en una posición completamente retirada cuando el primer elemento 4 de molde se encuentra en su posición de vertido. Sin embargo, si hay presente una separación entre el primer elemento 4 de molde y el anterior segmento 16 de colada, se dispone el elemento 29 de contacto en una posición parcialmente retirada cuando el primer elemento 4 de molde alcanza la posición de vertido. La posición del elemento 29 de contacto es detectada por un codificador y comunicada a la unidad 18 de procesamiento para calcular una inclinación objetivo del primer elemento 4 de molde, según se ha explicado anteriormente. Como puede verse en la Fig. 15, el pasador 29 se prolonga desde un alojamiento 31 del sensor que tiene una superficie frontal 32 orientada hacia la cavidad 6. Se echa hacia atrás la superficie frontal 32 contra la superficie externa 4a del primer elemento de molde.

Como puede verse en la Fig. 11, se pueden separar al menos dos primeras unidades 17 de medición en la dirección horizontal perpendicular al movimiento de traslación del primer elemento 4 de molde desde la posición retirada (véase la Fig. 8) hasta la posición de vertido (véase la Fig. 10). Las al menos dos primeras unidades 17 de medición pueden estar dispuestas debajo de las posiciones 33 en el primer elemento 4 de molde (ilustrado simbólicamente en la Fig. 11) correspondientes a las posiciones construidas del anterior segmento 16 de colada. Asimismo, en las posiciones 34 se ilustran las posiciones construidas del segmento de colada que ha de ser vertido en la presente etapa de vertido en el extremo superior del primer elemento 4 de molde. Por supuesto, el encofrado ascendente 1 puede comprender una multitud de primeras unidades 17 de medición y/o de sensores 15 de inclinación.

En la realización de las Figuras 12, 13, la primera unidad 17 de medición comprende un dispositivo 35 de transmisión y de recepción de ondas para determinar la distancia horizontal entre el extremo inferior del primer elemento 4 de molde y el extremo superior del anterior segmento 16 de colada.

Según la Fig. 12, el dispositivo 35 de transmisión y de recepción de ondas es un sensor láser 36 de distancia, que, en la realización mostrada, utiliza una triangulación láser. El sensor láser 36 de distancia comprende un láser 37, una lente opcional 38 de transmisión, una lente opcional 39 de recepción y un elemento 40 de recepción de luz. En un caso de una separación entre el primer elemento 4 de molde y el anterior segmento 16 de colada (según se muestra en la Fig. 12) la radiación láser (ilustrada con líneas continuas 41) incide sobre el elemento 40 de recepción de luz en una primera posición, mientras que la radiación láser incidiría sobre el elemento 40 de recepción de luz en una segunda posición (conocida) si el primer elemento 4 de molde hace contacto con el anterior segmento 16 de colada (ilustrada con líneas discontinuas 42). A partir de la distancia entre la primera posición y la segunda se puede calcular la separación entre el primer elemento 4 de molde y el anterior segmento 16 de colada.

En la realización de la Fig. 13, la primera unidad 17 de medición comprende un dispositivo 43 de transmisión y de recepción de ondas ultrasónicas. Como se conoce *per se* en la técnica anterior, el dispositivo 43 de transmisión y de recepción de ondas ultrasónicas comprende un elemento ultrasónico 44 para emitir una onda ultrasónica 45 y recibir una reflexión 46 de la onda ultrasónica 45. Se calcula la distancia hasta la objetivo, es decir hasta la superficie externa 16a del anterior segmento 16 de colada, a partir del tiempo entre la emisión y la recepción de la onda ultrasónica 45.

Las Figuras 8 y 16 muestran varias realizaciones del sensor 15 de inclinación, que está conectado con la unidad 18 de procesamiento para comunicar la presente inclinación del primer elemento 4 de molde.

En las variantes de las Figuras 8 a 13 y de las Figuras 14, 15, respectivamente, el sensor 15 de inclinación comprende un elemento longitudinal 47 montado en el primer elemento 4 de molde. El elemento longitudinal 47 se extiende desde el extremo superior del primer elemento 4 de molde hasta el extremo inferior del primer elemento 4 de molde. En ambas variantes, el elemento longitudinal 47 no tiene más que dos conexiones con el primer elemento 4 de molde, en concreto una conexión superior 48 en el extremo superior y una conexión inferior 49 en el extremo inferior del primer elemento 4 de molde, respectivamente.

Según las Figuras 8 a 13, el elemento longitudinal 47 es una varilla 47a de medición. Como puede verse en las Figuras 12, 13, la conexión inferior 49 de la varilla 47a de medición comprende una primera ménsula 50 fijado de forma inamovible al primer elemento 4 de molde en el extremo inferior del mismo, teniendo la primera ménsula 50 un primer soporte pivotante 51 para soportar de forma pivotante el extremo inferior de la varilla 48 de medición. La conexión superior 48 comprende una segunda ménsula 52 fijado de forma inamovible al primer elemento 4 de molde en el extremo superior del mismo, teniendo la segunda ménsula 52 un segundo soporte pivotante 53 para soportar de forma pivotante el extremo superior de la varilla 47a de medición. Se proporciona un elemento electrónico 54 de detección (solo mostrado esquemáticamente en las Figuras 12, 13) para medir la inclinación de la varilla 47a de medición. El elemento electrónico 54 de detección puede estar dispuesto en el extremo inferior de la varilla 47a de medición.

La Fig. 14 (esquemáticamente) y la Fig. 15 (con mayor detalle) ilustran una realización del sensor 15 de inclinación, en el que el elemento longitudinal 47 es un cable o cordón 55. El sensor 15 de inclinación comprende, además, un

5 dispositivo tensor 56 para tensar el cable o el cordón 55. El extremo inferior del cable o del cordón 55 está fijado a una primera montura 57, el extremo superior del cable o del cordón 55 está fijado a una segunda montura 58. En el ejemplo
 10 mostrado, el dispositivo tensor 56 está dispuesto en la segunda montura 58, pero podría estar ubicado, de forma alternativa, en la primera montura 57. La conexión inferior 49 comprende la primera ménsula 50 fijada de forma inamovible al primer elemento 4 de molde en el extremo inferior del mismo, teniendo la primera ménsula 50 el primer
 15 soporte pivotante 51. En la presente realización, el primer soporte pivotante 51 está dispuesto para soportar de forma pivotante la primera montura 58 para el extremo inferior del cable o del cordón 55. La conexión superior 48 comprende la segunda ménsula 52 fijada de forma inamovible al primer elemento 4 de molde en el extremo superior del mismo, teniendo la segunda ménsula 52 el segundo soporte pivotante 53. En la presente realización, el segundo soporte
 20 pivotante 53 está dispuesto para soportar de forma pivotante la segunda montura 58 para el extremo superior del cable o del cordón 55. Se proporciona el elemento electrónico 54 de detección (solo mostrado esquemáticamente en la Figura 15) para medir la inclinación del cable o cordón 55. El sensor electrónico 54 de detección puede estar
 25 dispuesto en la primera montura 57 para el extremo inferior del cable o del cordón 55.

15 En la realización mostrada en la Fig. 16, el sensor 15 de inclinación comprende un dispositivo láser 59 de plomada con una fuente 60 de radiación láser para emitir un haz vertical 61 de rayos láser, un soporte autonivelante 62 (solo se muestra esquemáticamente en la Fig. 16) para montar la fuente 61 de radiación láser sobre el mismo, una placa
 20 objetivo 63 para recibir el haz vertical 61 de rayos láser procedente de la fuente 60 de radiación láser y una unidad 64 de cámara para detectar un desplazamiento de una intersección del haz vertical 61 de rayos láser con la placa objetivo con respecto a un punto de referencia de la placa objetivo 63. La fuente 61 de radiación láser está montada en el
 25 extremo inferior del primer elemento 4 de molde mediante el soporte autonivelante 62, que garantiza que el haz 61 de rayos láser es vertical con independencia de la inclinación del primer elemento 4 de molde. La placa objetivo 63 y la unidad 64 de cámara están fijadas al extremo superior del primer elemento 4 de molde. En uso, la inclinación del primer elemento 4 de molde tiene como resultado un desplazamiento horizontal de la posición del haz 61 de rayos láser sobre la placa objetivo 63 con respecto al punto de referencia en la placa objetivo 63. A partir de este desplazamiento horizontal la unidad 18 de procesamiento puede calcular la inclinación real del primer elemento 4 de molde.

El soporte autonivelante 62 puede estar conectado con un dispositivo amortiguador para amortiguar vibraciones del soporte autonivelante 62 (no mostrado).

30

REIVINDICACIONES

1. Un encofrado ascendente (1) para la erección de una estructura (2) de hormigón vertiendo sucesivamente una pluralidad de segmentos (16) de colada, comprendiendo el encofrado ascendente (1)
 - al menos un primer elemento (4) de molde para delimitar una cavidad (6) con una superficie externa para recibir hormigón para formar un segmento de máxima elevación de colada, teniendo el primer elemento (4) de molde un extremo superior y un extremo inferior,
 - una primera estructura (7) de soporte para soportar el primer elemento (4) de molde,

caracterizado por

 - un primer sensor (15) de inclinación para medir una inclinación del primer elemento (4) de molde,
 - una primera unidad (17) de medición para medir una distancia horizontal entre el extremo inferior de la superficie externa (4a) del primer elemento (4) de molde y el extremo superior de la superficie externa (16a) del anterior segmento (16) de colada orientado hacia la superficie externa del primer elemento (4) de molde,
 - una unidad (18) de procesamiento que se comunica con el primer sensor (15) de inclinación y con la primera unidad (17) de medición, estando dispuesta la unidad (18) de procesamiento para calcular una inclinación objetivo del primer elemento (4) de molde utilizando la medición de la distancia horizontal entre el extremo inferior de la superficie externa (4a) del primer elemento (4) de molde y el extremo superior de la superficie externa (16a) del anterior segmento (16) de colada, estando dispuesta la unidad (18) de procesamiento, además, para determinar la desviación entre la inclinación real y la inclinación objetivo del primer elemento (4) de molde.
2. Un encofrado ascendente (1) según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la primera unidad (17) de medición está dispuesta en el extremo inferior del primer elemento (4) de molde, en el que, preferentemente, al menos dos primeras unidades (17) de medición están dispuestas a una distancia la una de la otra en una dirección horizontal transversal a un desplazamiento de traslación del primer elemento (4) de molde hasta una posición de vertido.
3. Un encofrado ascendente (1) según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** la primera unidad (17) de medición comprende un dispositivo (35) de transmisión y de recepción de ondas, preferentemente un dispositivo (43) de transmisión y de recepción de ondas ultrasónicas o un sensor láser (36) de distancia.
4. Un encofrado ascendente (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** la primera unidad (17) de medición comprende un elemento (29) de contacto, preferentemente un pasador, amovible con respecto al primer elemento (4) de molde desde una primera posición hasta una segunda posición cuando se mueve el primer elemento (4) de molde hasta una posición de vertido.
5. Un encofrado ascendente (1) según la reivindicación 4, **caracterizado porque** la primera unidad (17) de medición comprende un elemento (30) de resorte que empuja el elemento (29) de contacto en la dirección de la primera posición.
6. Un encofrado ascendente (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** la primera unidad (17) de medición comprende un alojamiento (31) del sensor que tiene una superficie frontal (32) orientada hacia la cavidad (6), estando echada hacia atrás la superficie frontal (32) contra la superficie externa (4a) del primer elemento (4) de molde.
7. Un encofrado ascendente (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** la primera unidad (17) de medición comprende un primer elemento (19) de referencia, preferentemente un primer elemento de código de barras, dispuesto en la primera estructura (7) de soporte y un segundo elemento (20) de referencia, preferentemente un segundo elemento de código de barras, dispuesto en el primer elemento (4) de molde, comprendiendo la primera unidad (17) de medición un dispositivo óptico (21), en particular una cámara, estando dispuesto el dispositivo óptico (21) para situar el primer elemento (19) de referencia en la primera estructura (7) de soporte y la segunda referencia (20) en el primer elemento (4) de molde, respectivamente.
8. Un encofrado ascendente (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** el sensor (15) de inclinación comprende un dispositivo láser (59) de plomada, que comprende, preferentemente, una fuente (60) de radiación láser para emitir un haz vertical (61) de rayos láser, un soporte autonivelante (62) para montar la fuente (60) de radiación láser sobre el mismo, una placa objetivo (63) para recibir el haz vertical (61) de rayos láser procedente de la fuente (60) de radiación láser y una unidad (64) de cámara para detectar un desplazamiento de una intersección del haz vertical (61) de rayos láser con la placa objetivo (63).
9. Un encofrado ascendente (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque** el sensor (15) de inclinación comprende un elemento longitudinal (47), preferentemente una varilla (47a) de medición o un cable o cordón (55), montado en el primer elemento (4) de molde, extendiéndose el elemento longitudinal (47), preferentemente, desde un extremo superior del primer elemento (4) de molde hasta el extremo inferior del primer

elemento (4) de molde, estando conectado el elemento longitudinal, preferentemente, con el primer elemento (4) de molde en el extremo superior y en el extremo inferior del primer elemento (4) de molde, respectivamente.

- 5
10. Un encofrado ascendente (1) según la reivindicación 9, **caracterizado porque** el elemento longitudinal (47) está conectado con el primer elemento (4) de molde mediante un primer soporte pivotante (51), preferentemente, en el extremo inferior del primer elemento (4) de molde y un segundo soporte pivotante (53), preferentemente, en el extremo superior del primer elemento (4) de molde.
- 10
11. Un encofrado ascendente (1) según una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado porque** la unidad (18) de procesamiento está conectada con una unidad (23) de almacenamiento de datos que almacena un valor de corrección para una posición del primer elemento (4) de molde, derivándose el valor de corrección de la desviación entre una posición de un anterior segmento (16) de colada con respecto a una posición de referencia del anterior segmento (16) de colada, estando dispuesta la unidad (18) de procesamiento para calcular la inclinación objetivo del primer elemento (4) de molde utilizando el valor de corrección para la posición del primer elemento (4) de molde además de la distancia horizontal entre el extremo inferior de la superficie externa (4a) del primer elemento (4) de molde y el extremo superior de la superficie externa (16a) del anterior segmento (16) de colada.
- 15
12. Un encofrado ascendente (1) según una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado porque** la unidad (18) de procesamiento está conectada con al menos uno de
- un dispositivo (25) de visualización para representar visualmente la desviación entre la inclinación objetivo y la inclinación real del primer elemento (4) de molde,
 - un dispositivo (26) de señalización para señalar la desviación entre la inclinación objetivo y la inclinación real del primer elemento (4) de molde.
- 20
13. Un encofrado ascendente (1) según una de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado por** una unidad (12) de accionamiento para regular el primer elemento (4) de molde con respecto a la primera estructura (7) de soporte, comprendiendo la unidad (12) de accionamiento, preferentemente, una primera unidad (13) de inclinación para inclinar el primer elemento (4) de molde y/o una primera unidad (14) de desplazamiento horizontal para desplazar horizontalmente el primer elemento (4) de molde y/o una primera unidad de desplazamiento vertical para desplazar verticalmente el primer elemento (4) de molde.
- 25
14. Un encofrado ascendente (1) según la reivindicación 13, **caracterizado porque** la unidad (18) de procesamiento está conectada con la primera unidad (13) de inclinación para inclinar el primer elemento (4) de molde según la inclinación objetivo.
- 30
15. Un procedimiento para erigir una estructura (2) de hormigón vertiendo sucesivamente una pluralidad de segmentos (16) de hormigón, que comprende las etapas de
- disponer un encofrado ascendente (1) que tiene al menos un primer elemento (4) de molde con una superficie externa en una posición de vertido, en el que el primer elemento (4) de molde delimita una cavidad (6) para recibir hormigón para formar un segmento de máxima elevación de colada,
 - soportar el primer elemento (4) de molde en la posición de vertido,
- 35

caracterizado por

- medir una inclinación real del primer elemento (4) de molde,
 - medir una distancia horizontal entre el extremo inferior de la superficie externa (4a) del primer elemento (4) de molde y el extremo superior de la superficie externa (16a) del anterior segmento (16) de colada,
 - calcular una inclinación objetivo del primer elemento (4) de molde utilizando la medición de la distancia horizontal entre el extremo inferior de la superficie externa (4a) del primer elemento (4) de molde y el extremo superior de la superficie externa (16a) del anterior segmento (16) de colada orientada hacia la superficie externa del primer elemento (4) de molde,
 - determinar la desviación entre la inclinación real y la inclinación objetivo del primer elemento (4) de molde.
- 40
- 45

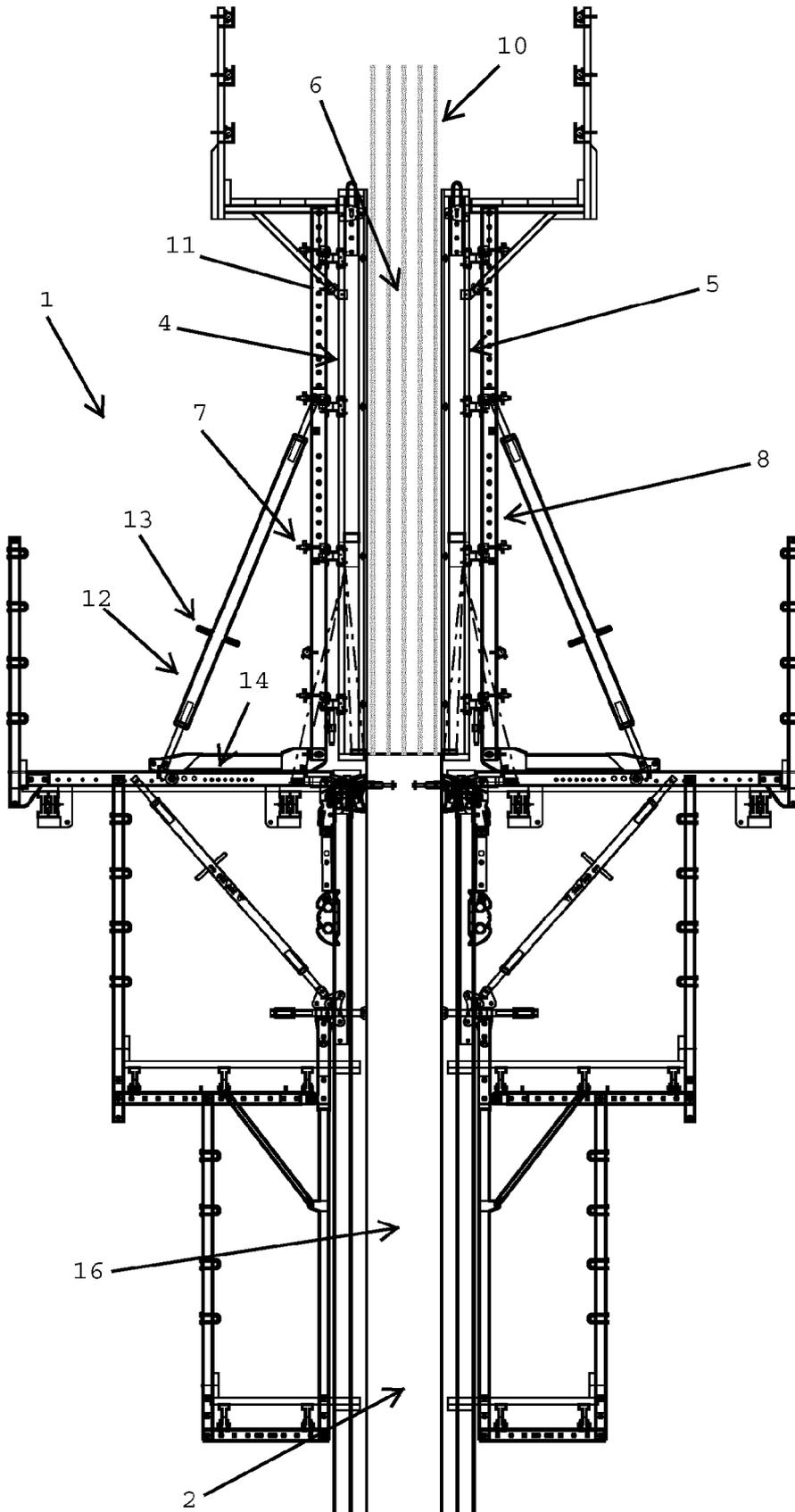


Fig. 1

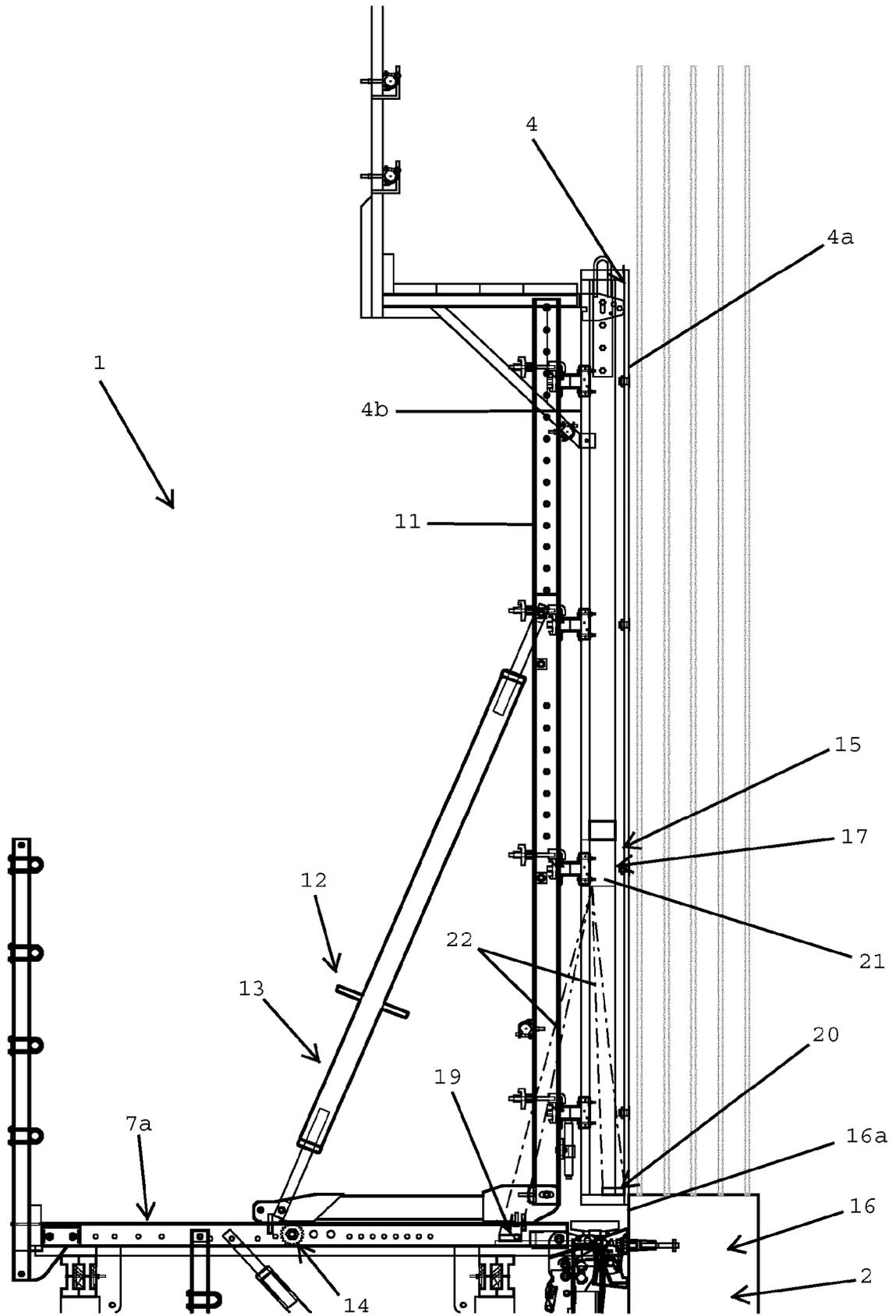


Fig. 2

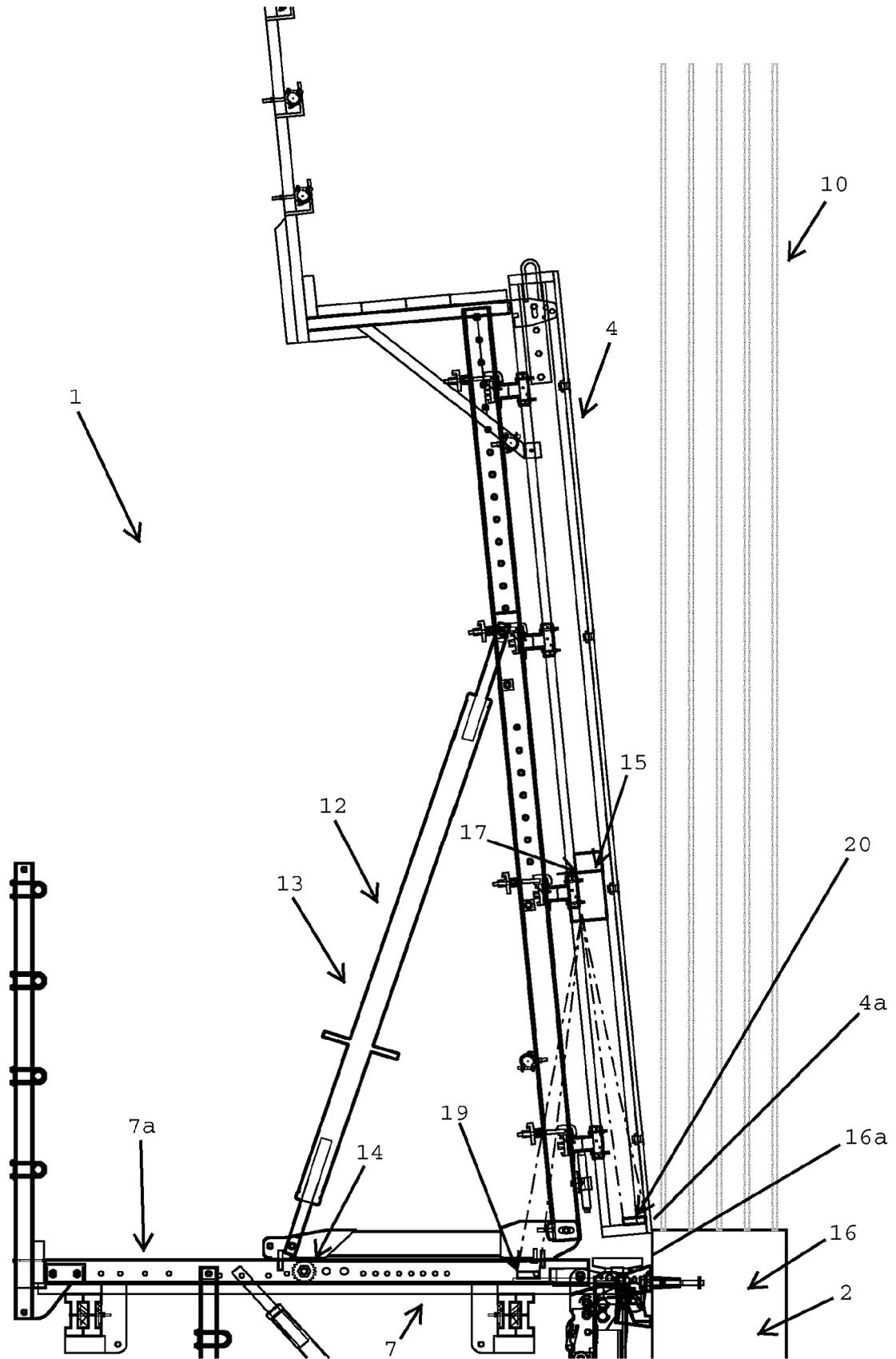


Fig. 3

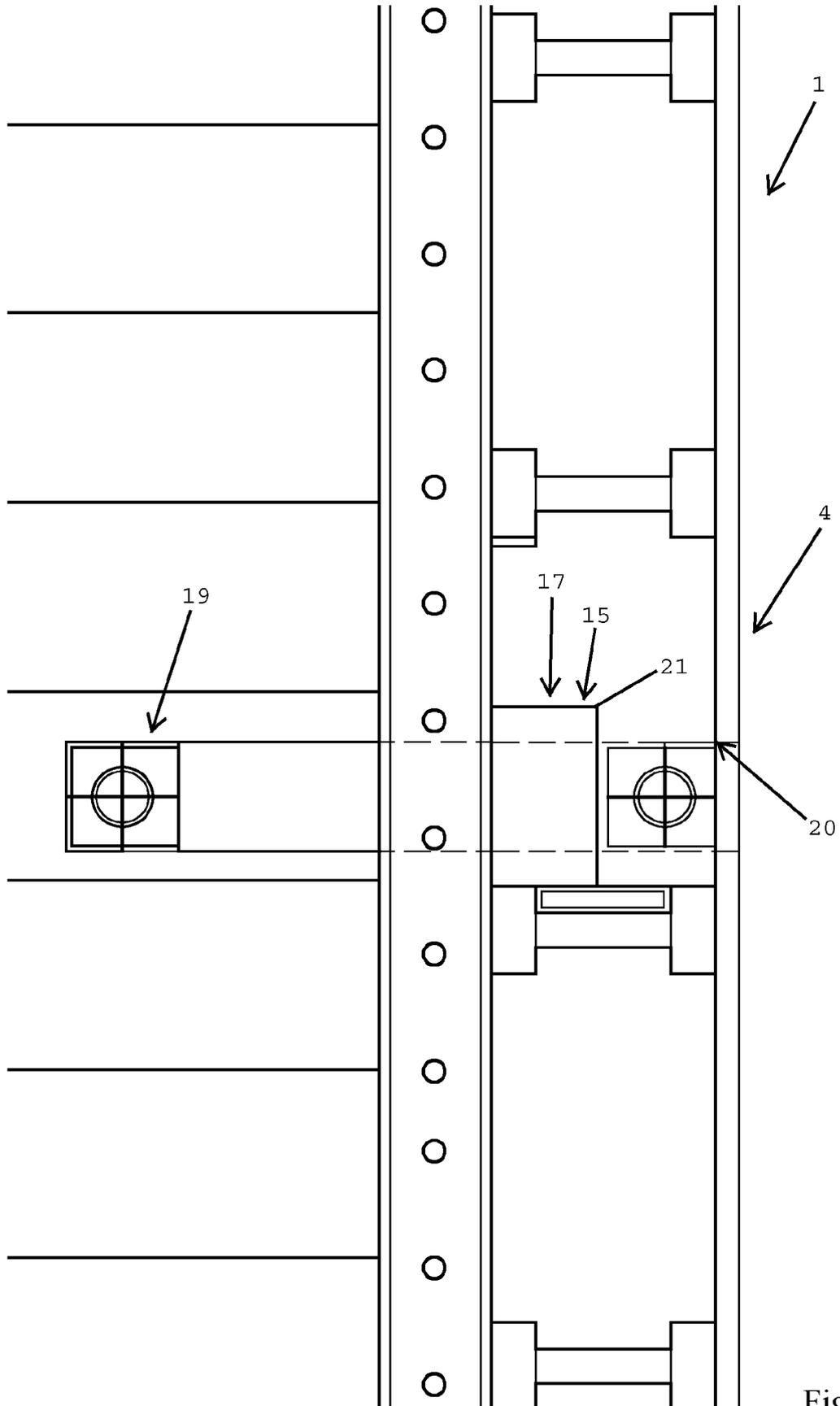


Fig. 4

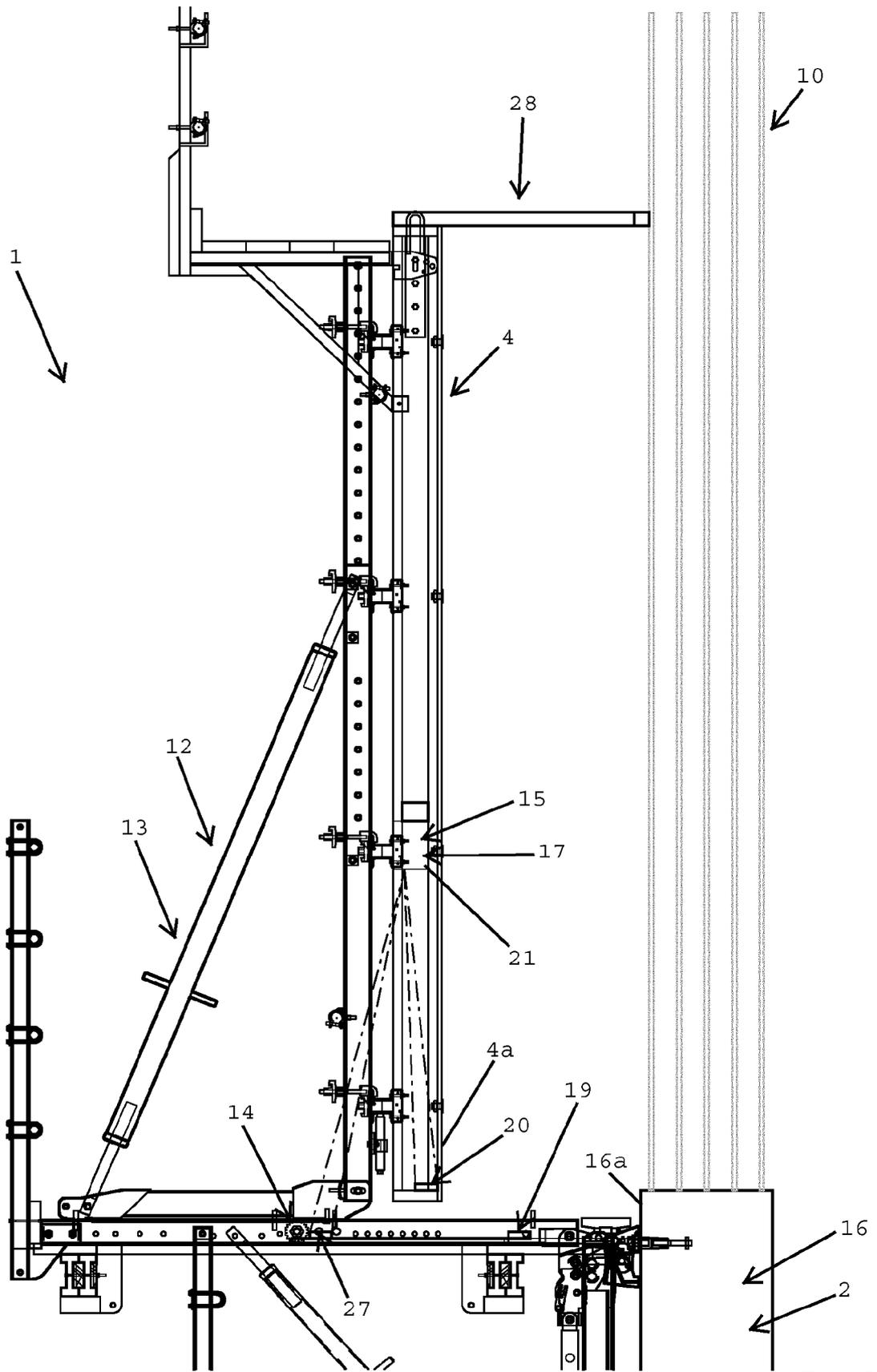


Fig. 5

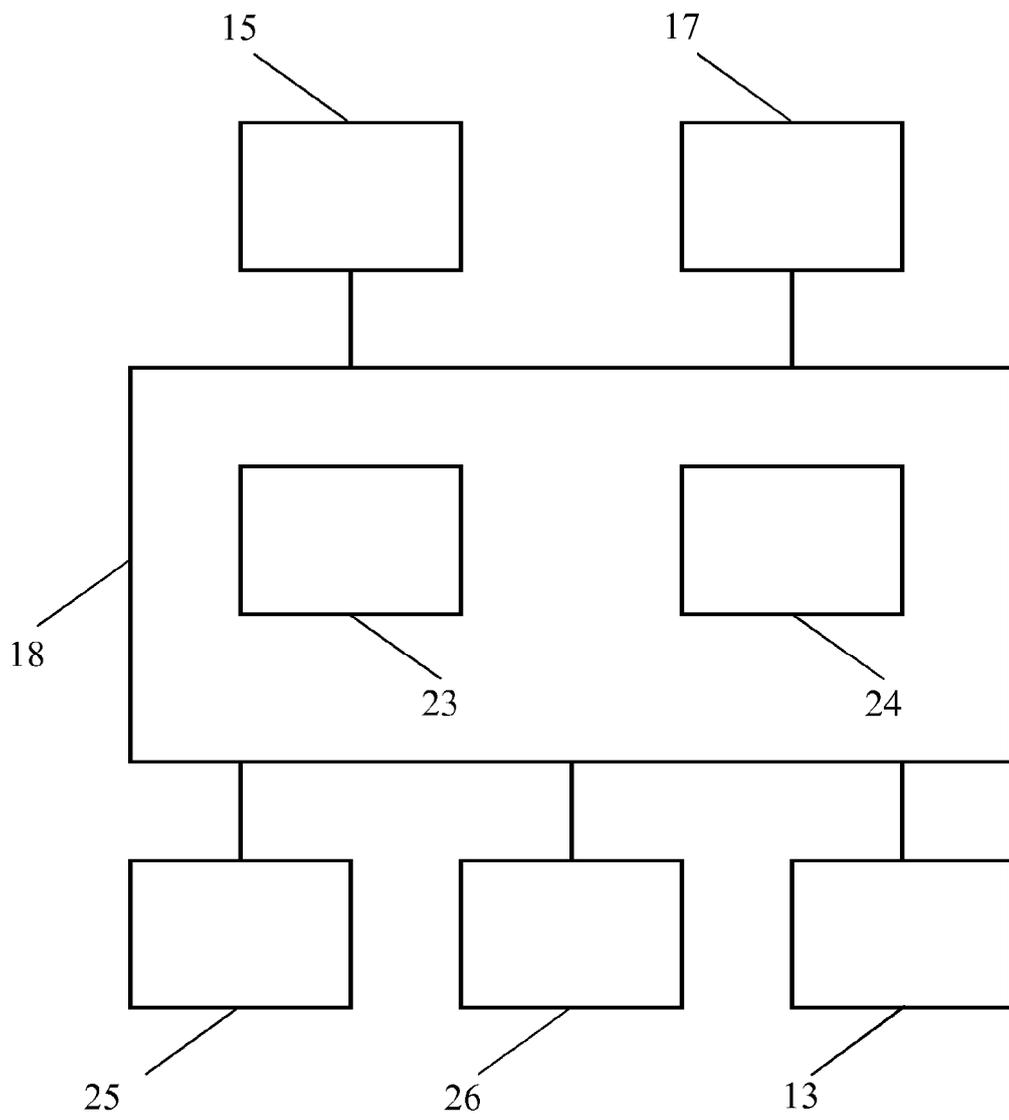


Fig. 6

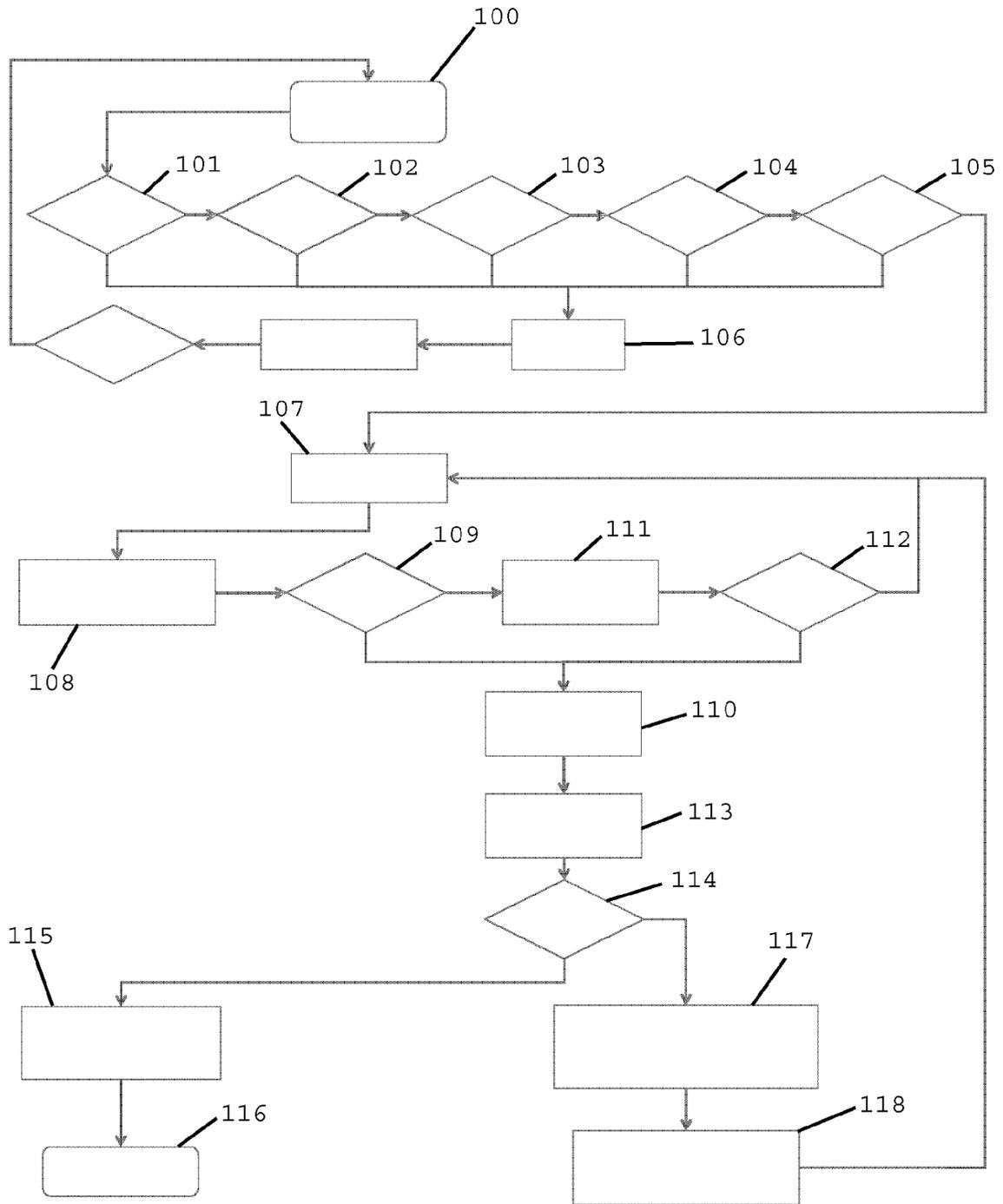


Fig. 7

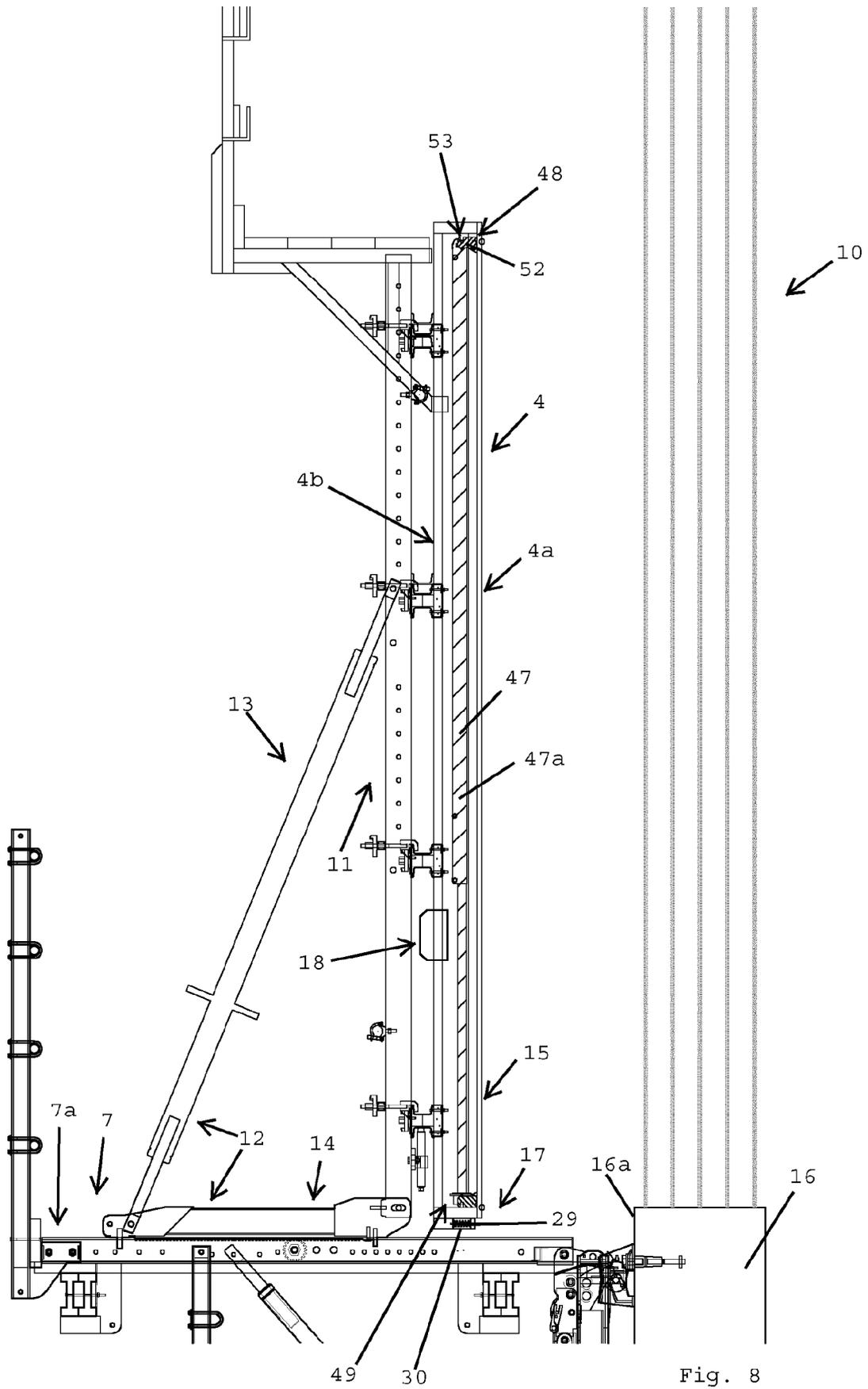


Fig. 8

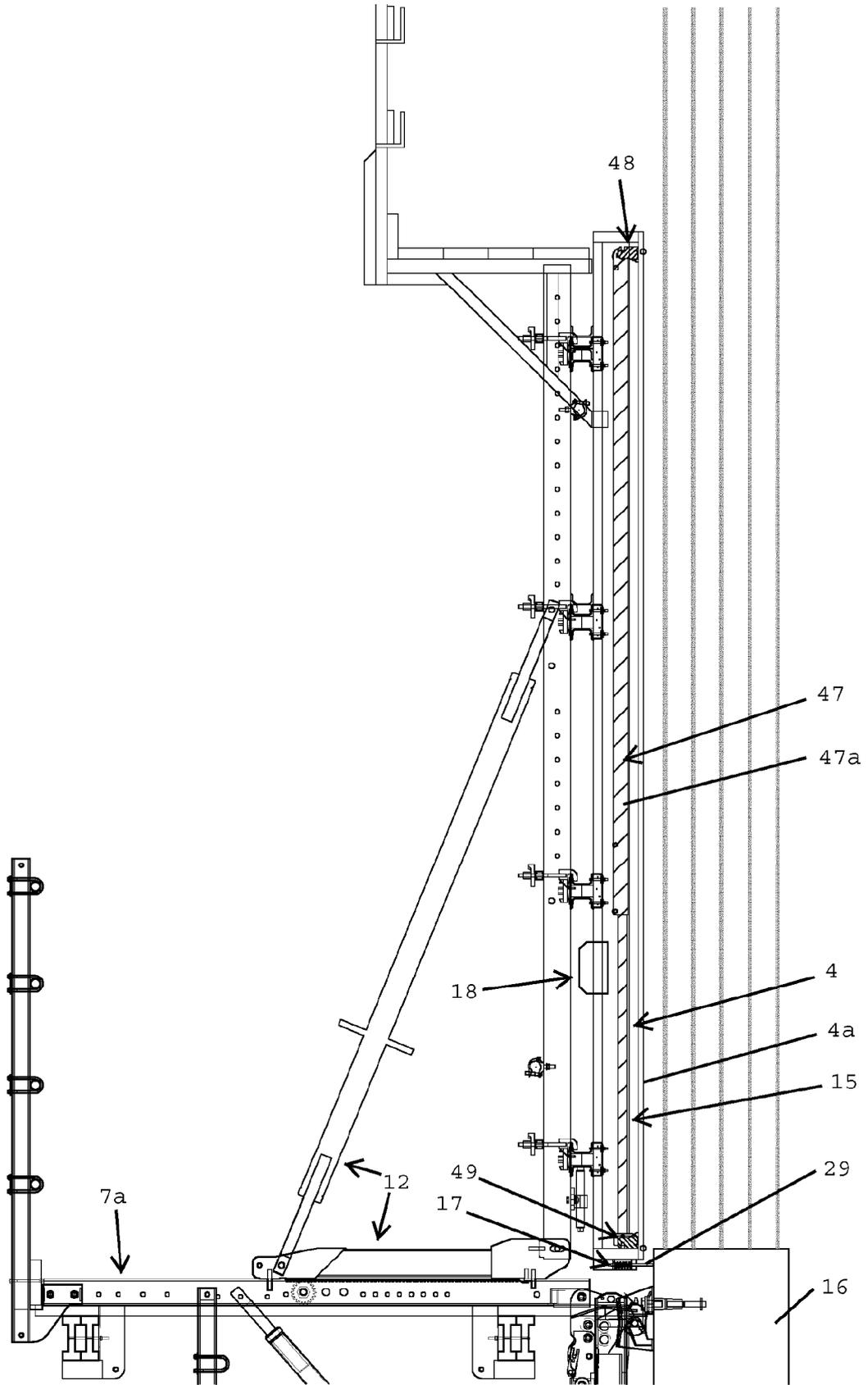


Fig. 9

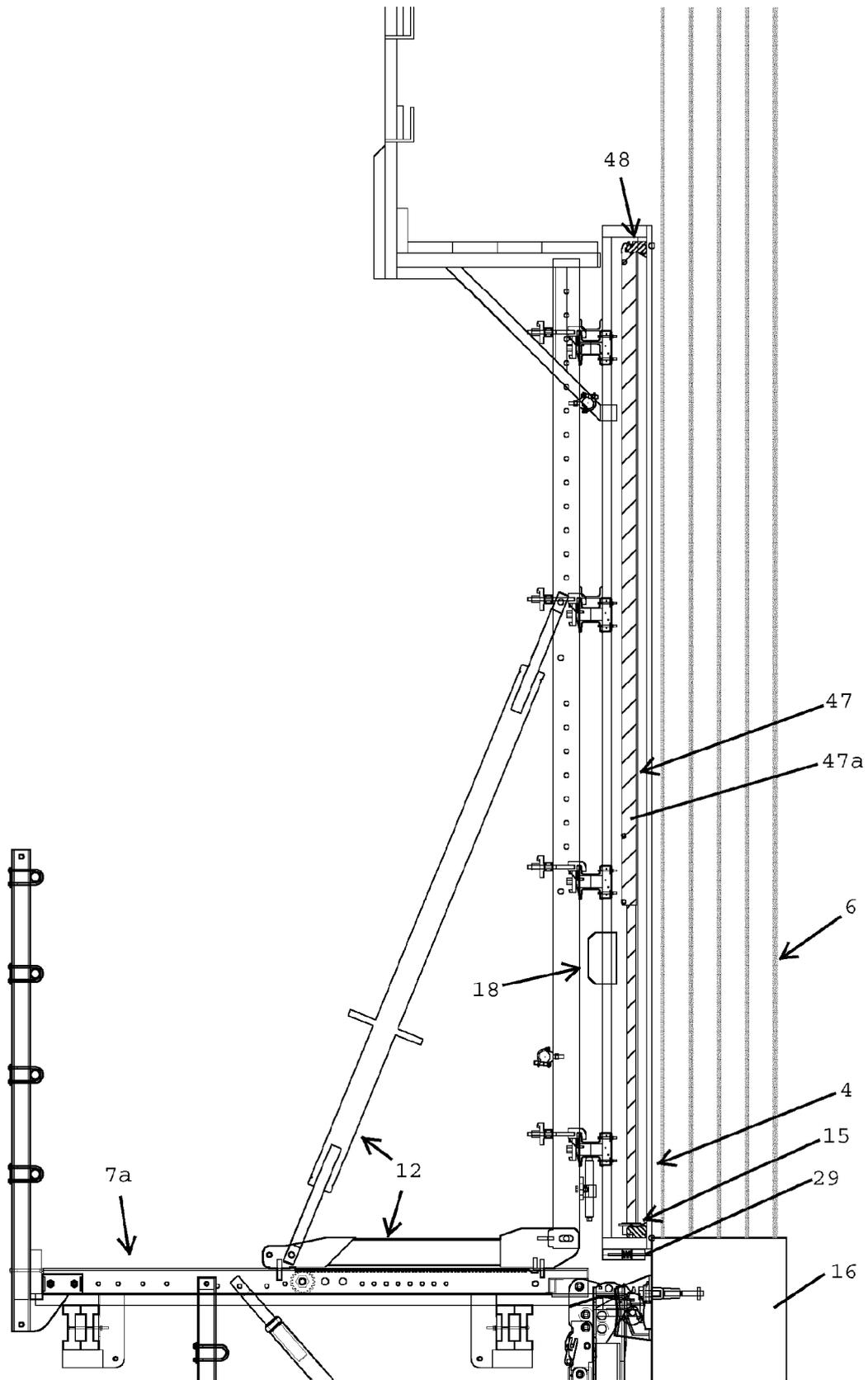


Fig. 10

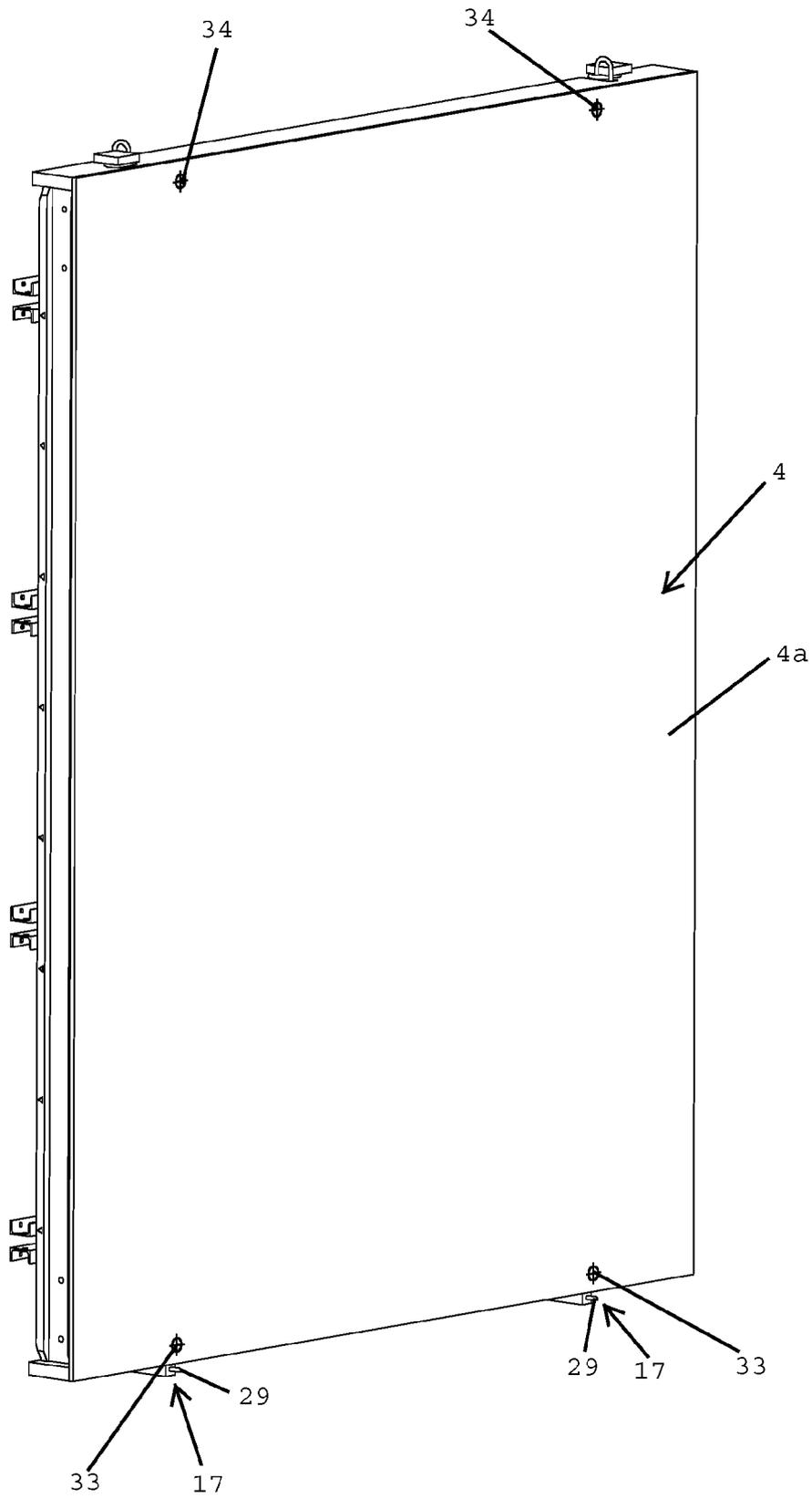
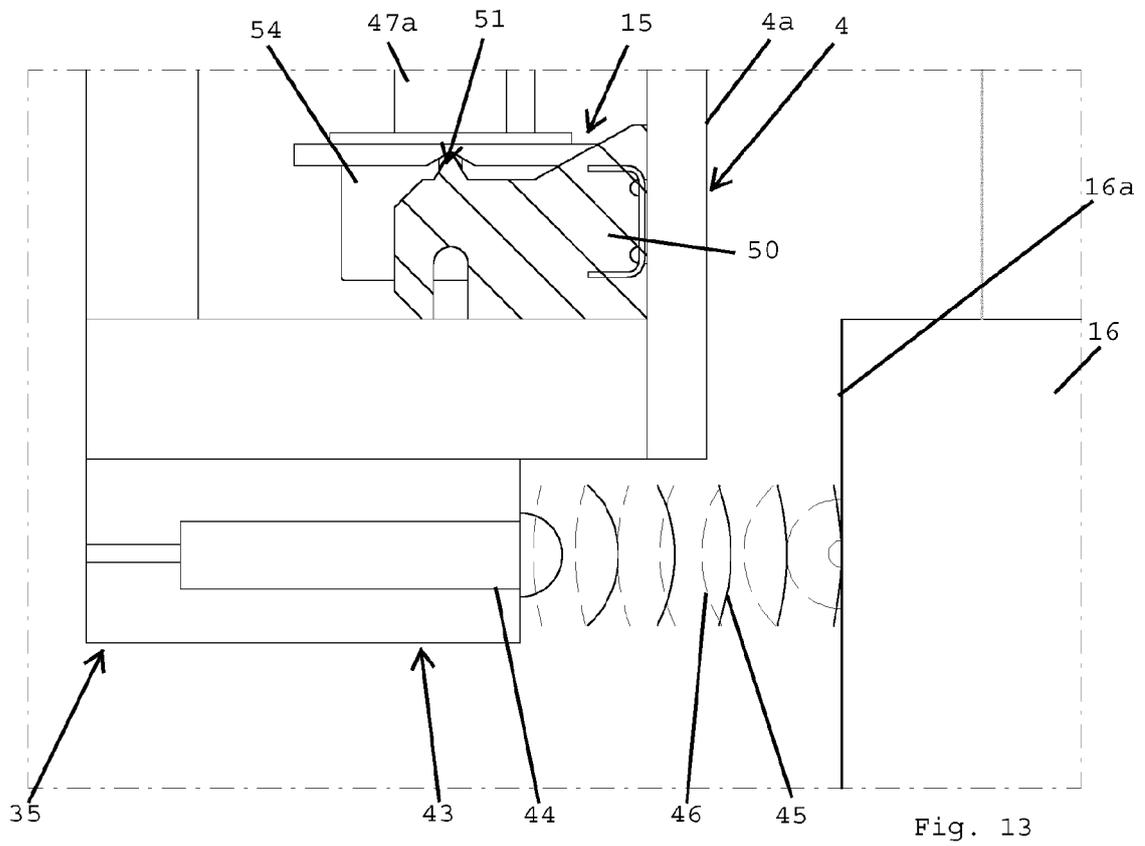
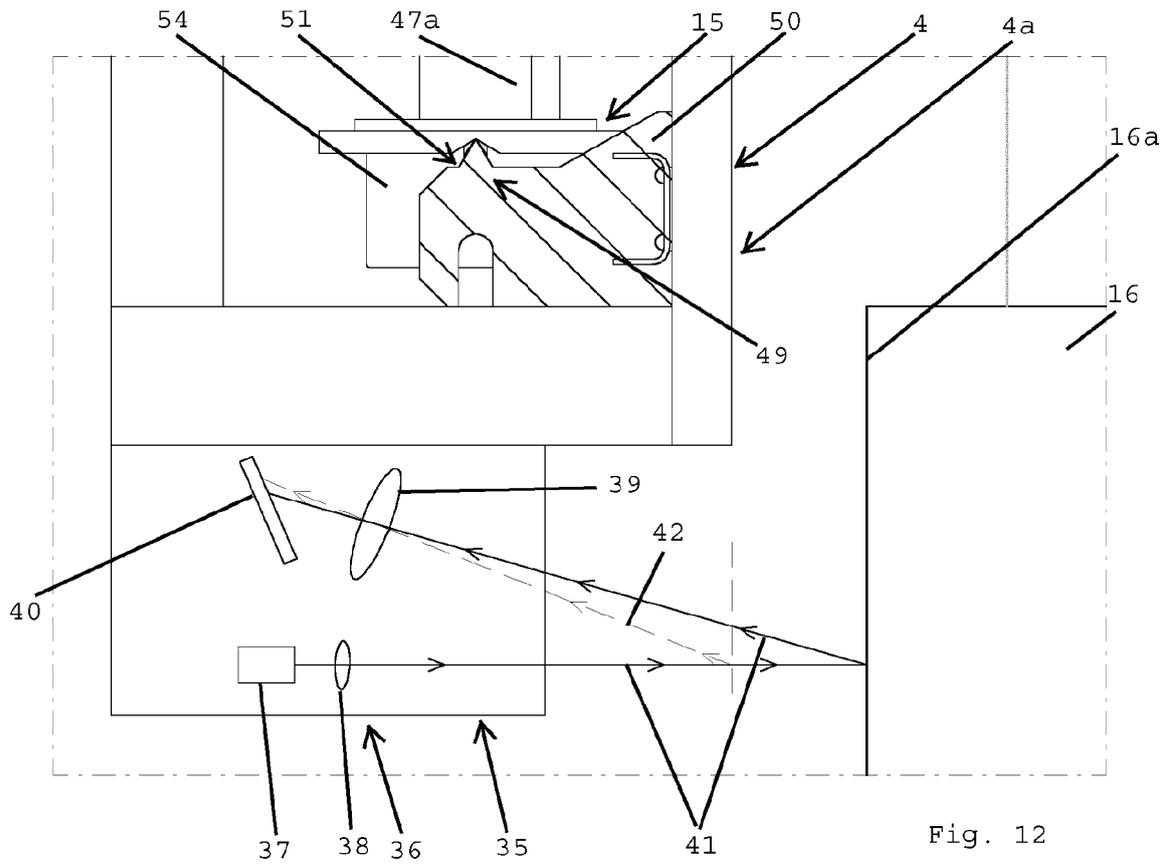


Fig. 11



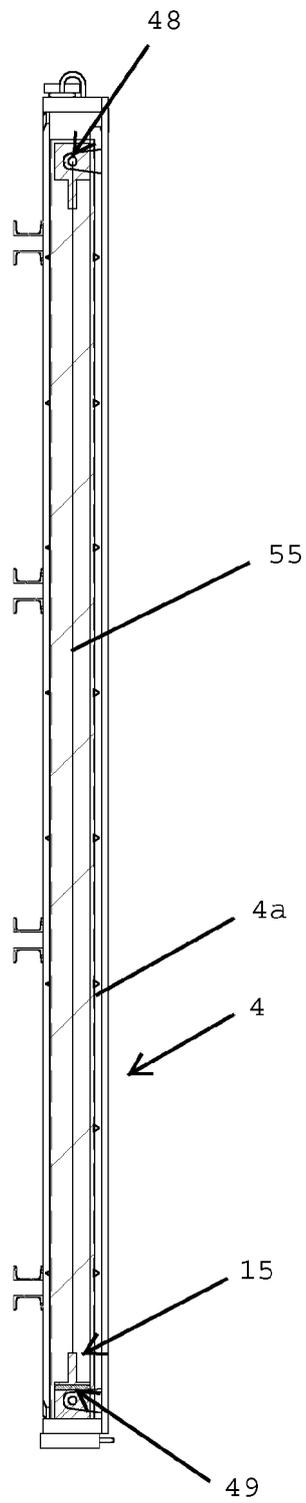
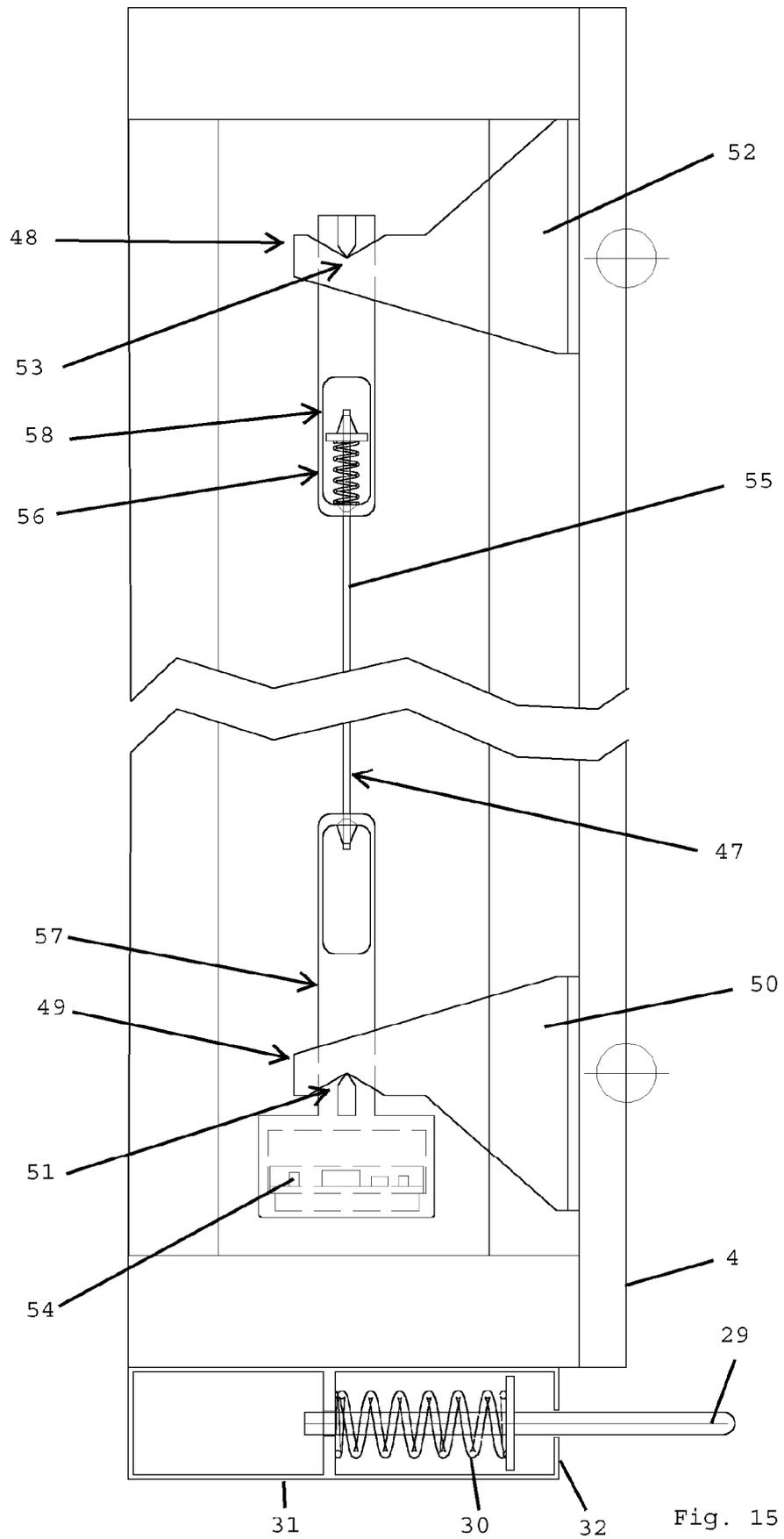


Fig. 14



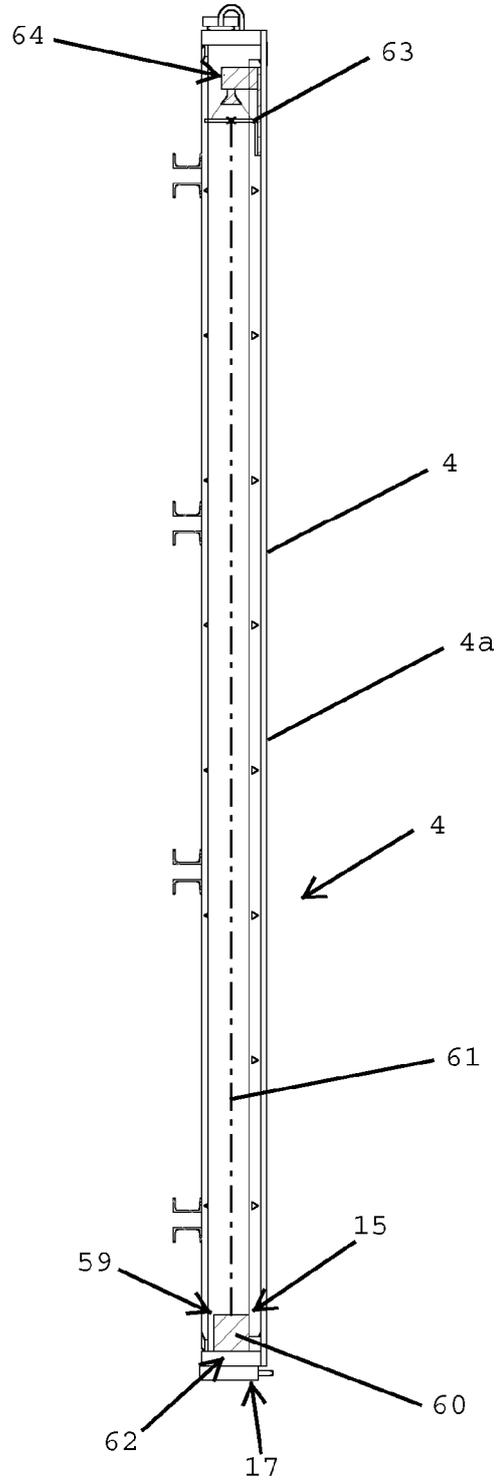


Fig. 16