



①9



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

①1 Número de publicación: **2 317 367**

⑤1 Int. Cl.:
E04H 12/34 (2006.01)

①2

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑨6 Número de solicitud europea: **06013265 .1**

⑨6 Fecha de presentación : **27.06.2006**

⑨7 Número de publicación de la solicitud: **1873332**

⑨7 Fecha de publicación de la solicitud: **02.01.2008**

⑤4 Título: **Herramienta y procedimiento para levantar un segmento de torre.**

④5 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.04.2009

④5 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.04.2009

⑦3 Titular/es: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE

⑦2 Inventor/es: **Petersen, Svend, Erik**

⑦4 Agente: **Zuazo Araluze, Alexander**

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

Herramienta y procedimiento para levantar un segmento de torre.

5 La presente invención se refiere a una herramienta de levantamiento de segmento de torre y a un procedimiento de levantamiento de segmento de torre. Con la expresión “segmento de torre” puede entenderse tanto una torre entera como una pieza de una torre. En particular, la herramienta y el procedimiento de levantamiento de segmento de torre pueden utilizarse para levantar torres de turbina eólica o segmentos de torre de la misma.

10 Para levantar una torre de turbina eólica se necesitan normalmente dos grúas para mantener el momento de vuelco bajo control cuando la torre alcanza la posición vertical. Justo antes de alcanzar la posición vertical el momento que actúa sobre la torre inducido por fuerza gravitatoria actúa sobre un lado de la torre y tiende a inclinarla a una posición más horizontal. Cuando se alcanza la posición vertical, la torre puede balancearse. Tal balanceo conduciría entonces a un cambio repentino en la dirección hacia la que la fuerza gravitatoria tiende a inclinar la torre, es decir la torre tiende
15 ahora a inclinarse en la dirección opuesta a la de antes. Normalmente por lo tanto se utiliza una segunda grúa para mantener la torre bajo control y evitar que se caiga debido al momento de vuelco. Sin embargo, sería deseable utilizar sólo una grúa para levantar la torre y de este modo ahorrar los costes directos e indirectos de una segunda grúa.

20 El documento US 6.408.575 W1 y el documento US 6.782.667 W2 describen procedimientos para levantar torres de turbina eólica que están conectadas de manera pivotante a una cimentación de base. Estas torres pueden, en principio, levantarse con una sola grúa. Sin embargo, la articulación en la que una torre está conectada de manera pivotante a la cimentación y la propia cimentación experimentarían cargas considerables durante el levantamiento de la torre. En particular, la carga en el momento del balanceo conduciría a fuerzas bastante elevadas sobre la articulación lo que conlleva el riesgo de dañar la articulación.

25 El documento US 4127199 describe también una herramienta de levantamiento para torres y también para recipientes a presión.

30 Es por tanto un objetivo de la presente invención proporcionar una herramienta y un procedimiento mejorado mediante el cual una torre o segmento de torre puede levantarse sin necesidad de una segunda grúa.

Este objetivo se resuelve mediante una herramienta de levantamiento de segmento de torre, según la reivindicación 1, y mediante un procedimiento de levantamiento de segmento de torre según la reivindicación 7. Las reivindicaciones dependientes definen desarrollos adicionales de la invención.

35 Una herramienta de levantamiento de segmento de torre de la invención incluye un armazón que está adaptado para apoyarse sobre el suelo. El armazón comprende al menos una parte de detención vertical y al menos una parte de guiado que incluye una deslizadera, que, cuando el armazón se apoya sobre el suelo, se extiende verticalmente y tiene la misma altura que una parte de detención. Incluye además una ménsula que está diseñada para fijarse de manera
40 amovible a la sección más inferior del segmento de torre que va a levantarse. Las ménsulas comprenden una cara de tope que está adaptada para hacer tope sobre la parte de detención y al menos un elemento guiado, por ejemplo un saliente como un husillo o perno, que está adaptado para guiarse por la deslizadera del armazón.

45 La herramienta de la invención puede ventajosamente utilizarse para levantar segmentos de torres o torres enteras, tales como torres de turbina eólica. Para levantar un segmento de torre el al menos un elemento guiado se inserta en la deslizadera de un armazón que se apoya sobre el suelo. La ménsula se fija al segmento de torre que va a levantarse cuando el segmento de torre está en una posición horizontal o próxima a la posición horizontal. En general, la fijación de la ménsula al segmento de torre puede tener lugar antes o después de insertar el elemento de guiado en la deslizadera del armazón. Sin embargo, cuando la ménsula se fija primero al segmento de torre entonces es necesario mover todo
50 el segmento de torre para insertar el elemento de guiado en la deslizadera. Por lo tanto, es ventajoso insertar primero el elemento de guiado en la deslizadera y a continuación fijar la ménsula al segmento de torre. Cuando la ménsula se fija al segmento de torre y se inserta el elemento guiado en la deslizadera del armazón, entonces la torre se inclina a una posición inclinada, en la que la cara de tope de la ménsula hace tope sobre al menos una parte de detención del armazón. A partir de entonces tiene lugar una inclinación adicional del segmento de torre hacia una posición vertical
55 con la cara de tope apoyándose en la parte de detención y guiándose los elementos de guiado hacia arriba por una deslizadera.

Puesto que la deslizadera evita que el/los elemento(s) guiado(s) de la ménsula se mueva(n) horizontalmente y debido a la misma dimensión de la parte de detención y la deslizadera en dirección vertical se evita que el segmento
60 de torre se balancee durante el proceso de levantamiento, es decir hasta que está en una posición vertical precisa, en la que la fuerza gravitatoria actúa sólo a lo largo del eje longitudinal de los segmentos de potencia. De este modo, ya no está presente ningún momento que trate de inclinar el segmento de torre fuera de su posición vertical, cuando los elementos guiados abandonan la deslizadera. Una vez que el segmento de torre está en su posición vertical, se desmonta la ménsula.

65 El armazón de la herramienta de levantamiento de segmento de torre puede comprender al menos dos piezas de armazón independientes una de las cuales lleva la(s) parte(s) de detención mientras que la otra lleva la(s) deslizadera(s). Variando la distancia entre las dos piezas de armazón el punto en el que la cara de tope de la ménsula hace

tope sobre la parte de detención, es decir el ángulo de inclinación del segmento de torre en el momento de hacer tope sobre la parte de detención, puede ajustarse según la necesidad real. Además, el armazón puede adaptarse a ménsulas de diferente tamaño, es decir ménsulas diseñadas para segmentos de torre que tienen anchura de perfil diferente. Sin embargo, el armazón puede implementarse también como una estructura de una sola pieza, que sería particularmente útil, cuando se necesita una estabilidad del armazón muy alta.

La(s) parte(s) de guiado del armazón pueden implementarse mediante vigas primera y segunda que están fijadas al armazón de modo que dejan una ranura entre ellas. La ranura forma entonces la deslizadera.

En tal caso, el/los elemento(s) guiado(s) pueden implementarse por ejemplo como un husillo que se extiende desde la ménsula.

En un desarrollo ventajoso de la herramienta de la invención cada parte de detención comprende o se implementa como una superficie de deslizamiento. Adicionalmente o alternativamente, cada cara de tope comprende o se implementa como una superficie de deslizamiento. Por este desarrollo, el movimiento horizontal de la cara de tope respecto a la parte de detención se obstruye menos por el rozamiento. Tal movimiento horizontal surge cuando la torre fijada a la ménsula se inclina cuando se restringe el movimiento del elemento guiado a un movimiento estrictamente lineal por una deslizadera lineal. Esta restricción se compensa mediante un movimiento horizontal de la ménsula respecto a la parte de detención.

Características, propiedades y ventajas adicionales de la presente invención se aclararán mediante la siguiente descripción de realizaciones de la invención con referencia a los dibujos adjuntos.

La figura 1 muestra esquemáticamente una primera realización de la herramienta de levantamiento de segmento de torre de la invención.

La figura 2 muestra el armazón de la primera realización en una vista desde arriba.

La figura 3 muestra la ménsula de las primeras realizaciones en una vista desde arriba.

La figura 4 muestra una primera etapa en el levantamiento de un segmento de torre con la herramienta de levantamiento de segmento superior.

La figura 5 muestra una segunda etapa de levantamiento de un segmento de torre con la herramienta de levantamiento de segmento de torre.

La figura 6 muestra una tercera etapa de levantamiento de un segmento de torre con la herramienta de levantamiento de segmento de torre según una tercera etapa.

La figura 7 muestra el armazón de la herramienta de levantamiento de segmento de torre según una segunda realización de la invención en una vista lateral.

La figura 8 muestra el armazón según la segunda realización en una vista desde arriba.

En todas las figuras, números de referencia similares designan elementos similares o parecidos.

Una primera realización de la herramienta de levantamiento de segmento de torre de la invención se describirá ahora con referencia a las figuras 1, 2 y 3. La herramienta de levantamiento de segmento de torre según la primera realización comprende un armazón 1A a 1E y ménsula 3 que pueden fijarse al lado inferior de un segmento de torre. El segmento de torre se indica en la figura 1 y en la figura 3 mediante líneas discontinuas. Puede ser en particular una torre de turbina eólica.

Mientras que la figura 1 muestra el armazón 1A a 1D y la ménsula 3 con la torre 5 de turbina eólica unida a los mismos en una vista lateral, las figuras 2 y 3 muestran el armazón 1A a 1D y la ménsula 3, respectivamente, en una vista desde arriba. En la primera realización, el armazón comprende cuatro piezas de armazón independientes, 1A a 1D. Cada pieza de armazón 1A-1D comprende una viga 7A a 7D de acero de base a la que se fija o bien una parte 9A, 9B de detención o una deslizadera 9C, 9D. Las deslizaderas 9C, 9D están formadas por vigas 11 de acero paralelas verticales fijadas a las vigas 7C y 7D de acero de base, respectivamente, en un ángulo recto. Cada viga 7A a 7D de acero de base forma una parte de base de la que un lado está adaptado para apoyarse sobre el suelo. Cuando las partes 7A a 7D de base se apoyan sobre el suelo la partes 9A, 9D de detención respectivas y deslizaderas 9C, 9D se extienden verticalmente.

La disposición de las partes 1A-1D de armazón sobre el suelo para levantar, por ejemplo, una torre de turbina eólica se muestra en la figura 2. Las piezas 1A, 1B de armazón que comprenden las partes 9A, 9B de detención se colocan sobre el suelo con sus vigas 7A, 7B orientadas en paralelo y con sus partes de detención tendidas sobre la línea L que se extiende en perpendicular a la orientación de las vigas 7A, 7B. Las piezas 1C, 1D de armazón que comprenden las deslizaderas 9C, 9D se colocan sobre el suelo con una distancia a las piezas 1A, 1B de armazón en la dirección paralela a las vigas 7A, 7B de acero de base. La distancia entre las piezas 1C, 1D de armazón, cuyas vigas

ES 2 317 367 T3

7C, 7D de acero de base están orientadas de la misma forma que las vigas 7A, 7B de acero de base, es ligeramente superior a la distancia entre las piezas 1A, 1B de armazón.

5 Aunque las partes 7B a 7D de base de las piezas 1A a 1D de armazón están formadas por vigas 7A a 7D de acero de base simples en la primera realización pueden asimismo estar formadas de manera diferente, por ejemplo mediante placas de acero, vigas de acero transversales, etc. Además, pueden utilizarse otros materiales aparte de acero, en principio, siempre que proporcionen resistencia suficiente para soportar las cargas que se imparten al armazón cuando el segmento 5 de torre se levanta.

10 Una vista desde arriba sobre la ménsula 3 de la herramienta de levantamiento de segmento de torre según la primera realización se muestra en la figura 3. Como en la figura 1, una torre 5 de turbina eólica fijada con su lado inferior a la ménsula 3 se indica mediante un círculo de líneas discontinuas.

15 La ménsula 3 está formada por cuatro vigas 13A a 13B de acero. Dos primeras vigas 13A, 13B paralelas se conectan entre sí mediante vigas 13C, 13D transversales de modo que las cuatro vigas 13A-13D encierran una cara más o menos cuadrática. En un extremo de cada primera viga 13A, 13B de acero se extienden husillos 15A, 15B perpendicularmente hacia fuera desde la viga respectiva. La anchura de las secciones transversales de husillo 15A, 15B se elige de modo que encajan en las deslizaderas 9C, 9D formadas por vigas 11 de acero verticales de las piezas 1C, 1D de armazón. Los husillos 15A, 15B forman elementos guiados que se guían por las deslizaderas 9C, 9D cuando se levanta la torre 5.

Cada viga 17A a 17B puede comprender un número de orificios o aberturas (no mostradas) a través de los que tornillos, pernos u otros medios de fijación pueden insertarse para fijar la ménsula 3 al lado inferior de la torre 5.

25 Levantar un segmento de torre utilizando la herramienta de la invención se explicará a continuación con respecto a las figuras 4 a 6. Las figuras muestran tres fases de levantamiento de una torre de turbina eólica, como un ejemplo para el procedimiento de levantamiento de segmento de torre de la invención.

30 La figura 4 muestra el procedimiento después de que la ménsula 3 se ha fijado al lado inferior de una torre 5 de turbina eólica. La fijación de la ménsula 3 al lado 17 inferior normalmente tiene lugar cuando la torre 5 está en una posición horizontal. Sin embargo antes de fijar las ménsulas al lado 17 inferior al menos las piezas 1C, 1D de armazón están colocadas de manera adecuada sobre el suelo y la ménsula 3 está insertada con sus husillos 15a, 15b en las deslizaderas 9C, 9D. A continuación la ménsula 3 se lleva a una posición vertical y el lado 17 inferior de la torre 5 de turbina eólica que está, en este momento, en una posición horizontal se fija a la misma.

35 Una vez fijada la ménsula 3 al lado 17 inferior, comienza el levantamiento de la torre 5 de turbina eólica. Para levantar la torre 5 de turbina eólica, se utiliza una sola grúa (no mostrada). Aunque sólo se utiliza una sola grúa, puede utilizarse más de una grúa, también. Sin embargo, con la herramienta de levantamiento de segmento de torre de la invención, una sola grúa es suficiente para levantar la torre de manera segura.

40 Mientras se levanta, la torre 5 se inclina inicialmente alrededor de un eje de inclinación que se extiende a través de los husillos 15A, 15B del armazón 3. El eje de inclinación se mantiene en posición horizontalmente mediante la deslizadera 9C, 9D. Sin embargo, se permite el movimiento vertical de este eje guiado por las deslizaderas 9C y 9D.

45 Cuando se alcanza el ángulo de inclinación representado en la figura 5 la cara de tope de la ménsula hace tope sobre la parte superior de las partes 9A y 9B de detención. A partir de este momento, el eje alrededor del cual la torre 5 se inclinará mientras se levanta adicionalmente se sale del eje que se extiende a través de los husillos 15A, 15B hasta el punto 20 en el que la cara 19 de tope de la ménsula 3 hace tope sobre la parte 21 superior de las partes 9A, 9B de detención. De este modo, cuando la torre 5 se levanta adicionalmente desde la fase mostrada en la figura 5, la inclinación de la torre tiene lugar alrededor del eje definido mediante los puntos 20. Como consecuencia los husillos 15A, 15B se mueven hacia arriba guiados por las deslizaderas 9C, 9D durante el levantamiento adicional de la torre. Un movimiento horizontal de los husillos 15A, 15B se evita mediante las vigas 11 de acero verticales. Para aumentar la resistencia de las vigas 11 verticales a las fuerzas que actúan en dirección horizontal durante el levantamiento de la torre 5 las vigas 11 verticales pueden estabilizarse mediante travesaños 23 tal como puede verse mejor en la figura 1.

55 Cuando la torre 5 se levanta hasta una posición casi vertical, tal como se representa en la figura 6, los husillos 15A, 15B han alcanzado la pieza más superior de la deslizadera 9C, 9D. En esta posición, la torre 5 todavía está asegurada contra un desplazamiento excesivo, es decir contra un movimiento horizontal de la pieza inferior de la torre 5, mediante las deslizaderas 9C, 9D. Los husillos 15A, 15B sólo se salen completamente de la deslizadera cuando la torre está orientada completamente vertical. De este modo, se evita el desplazamiento excesivo de la torre hasta que está exactamente vertical. Por lo tanto no es necesaria una segunda grúa para evitar el desplazamiento excesivo.

60 Una vez que la torre 5 se ha levantado completamente, la ménsula 3 se desmontará de la parte inferior de la torre 5.

65 Una segunda realización de la herramienta de levantamiento de segmento de torre de la invención se muestra en las figuras 7 y 8. Estas figuras sólo muestran el armazón 101 de la herramienta cuando la ménsula de la segunda realización no difiere de la ménsula 3 de la primera realización.

ES 2 317 367 T3

A diferencia de la primera realización, en la que el armazón comprende cuatro piezas 1A-1D, el armazón 101 de la segunda realización se implementa como una única pieza. Se construye a partir de dos vigas 103A, 103B y dos vigas 105 y 107 transversales. Todas las vigas 103A, 103B, 105, 107 están fabricadas de acero. Las vigas 103A, 103B se extienden sustancialmente en paralelo entre sí, y las vigas 105, 107 transversales se extienden perpendicularmente a estas vigas 103A, 103B. Las vigas 105, 107 transversales se conectan a las vigas 103A, 103B en sus secciones más exteriores. En la sección central de las vigas 103A, 103B, están presentes secciones 104A, 104B achaflanadas, de modo que la distancia entre las vigas 103A, 103B es ligeramente superior en la sección 109, a la que se hará referencia como sección amplia en lo sucesivo en el presente documento, que en la sección 111, a la que se hará referencia como sección estrecha en lo sucesivo en el presente documento. Por consiguiente, la viga 107 transversal en la sección 109 amplia es ligeramente más larga que la viga 105 transversal en la sección 111 estrecha.

En la sección 109 amplia, están ubicadas las deslizaderas 9C, 9D, y en la sección 111 estrecha del armazón 101, están ubicadas las partes 9A, 9B de detención. Las partes 9A, 9B de detención y las deslizaderas 9C, 9D no difieren de las partes de detención y deslizaderas descritas con respecto a la primera realización y por tanto no se describirán de nuevo.

Aunque el armazón era un armazón de cuatro piezas en la primera realización y un armazón de una sola pieza en la segunda realización, puede ser también un armazón de tres piezas formadas mediante la conexión o bien de las vigas 7A y 7B o de las vigas 7C y 7D mediante un travesaño. Un armazón de dos piezas puede llevarse a cabo si las vigas 7A y 7B y las vigas 7C y 7D, se conectan respectivamente entre sí mediante travesaños. Alternativamente, un armazón de dos piezas puede también llevarse a cabo no incluyendo las vigas 105, 107 en la figura 8.

Para reducir el rozamiento entre las caras 19 de tope, y la parte 21 superior de las partes 9A, 9B de detención cualquiera de ellas puede estar dotada de un recubrimiento reductor de rozamiento para formar superficies de deslizamiento. Un revestimiento de este tipo puede ayudar en el movimiento de la cara de tope alrededor de la parte 21 superior arqueada de las partes 19A, 19B de detención. Un movimiento de este tipo tiene lugar cuando se evita que los husillos 15A, 15B se muevan en un círculo a través de las deslizaderas 9C, 9D tras alcanzar la etapa del procedimiento de levantamiento representada en la figura 5, en la que el eje de inclinación se extiende a través o próximo a los puntos 20.

La herramienta de la invención y el procedimiento de la invención permiten el levantamiento de un segmento de torre, como por ejemplo una torre de turbina eólica, con la ayuda de únicamente una grúa. Puesto que no es necesaria una segunda grúa pueden reducirse los costes relativos al levantamiento de un segmento de torre.

REIVINDICACIONES

1. Herramienta de levantamiento de segmento (5) de torre con

5 - un armazón (1A-1D, 101) que está adaptado para apoyarse sobre el suelo y que comprende al menos una parte (9A, 9B) de detención vertical y al menos una parte de guiado que incluye al menos una deslizadera (9C, 9D) que tiene la misma altura que la parte (9A, 9B) de detención y está adaptada para restringir el movimiento de un elemento (15A, 15B) guiado a un movimiento vertical; y

10 - una ménsula (3) que está diseñada para fijarse de manera amovible a la sección más inferior del segmento (5) de torre y que comprende una cara (19) de tope que está adaptada para hacer tope sobre la parte (9A, 9B) de detención y al menos un elemento (15A, 15B) guiado que está adaptado para ser guiado por al menos una deslizadera (9C, 9D) del armazón (1A, 1B, 101).

15 2. Herramienta de levantamiento de segmento (5) de torre según la reivindicación 1, en la que el armazón comprende al menos dos piezas (1A-1D) de armazón independientes que llevan la(s) parte(s) (9A, 9B) de detención y la(s) deslizadera(s) (9C, 9D).

20 3. Herramienta de levantamiento de segmento (5) de torre según la reivindicación 1, en la que el armazón (101) se implementa como una estructura de una sola pieza.

25 4. Herramienta de levantamiento de segmento (5) de torre según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que cada parte de guiado comprende vigas (11) primera y segunda que están fijadas a una parte (7C, 7D) de base del armazón (1C, 1D) con una ranura entre ellas, formando la ranura la deslizadera (9C, 9D).

5. Herramienta de levantamiento de segmento (5) de torre según la reivindicación 4, en la que cada elemento (15A, 15B) guiado es un husillo que se extiende desde la ménsula (3).

30 6. Herramienta de levantamiento de segmento (5) de torre según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que cada parte (9A, 9B) de detención y/o cada cara (19) de tope comprende una o se implementa como una superficie de deslizamiento.

35 7. Procedimiento de levantamiento de un segmento (5) de torre usando una herramienta de levantamiento de segmento (5) de torre según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende las etapas de:

- insertar el al menos un elemento (15A, 15B) guiado en la deslizadera (9C, 9D) de un armazón (1A, 1D) que se apoya sobre el suelo;

40 - fijar la ménsula (3) al segmento (5) de torre que va a levantarse cuando está en una posición horizontal o próxima a la posición horizontal;

- inclinar el segmento (5) de torre en una posición inclinada en la que la cara (19) de tope de la ménsula (3) hace tope sobre al menos una parte (9A, 9B) de detención del armazón (1A, 1D);

45 - inclinar adicionalmente la torre (5) hacia una posición vertical con la cara (19) de tope apoyándose en la parte (9A, 9B) de detención y guiándose hacia arriba el elemento (15A, 15B) guiado por la deslizadera (9C, 9D).

50 8. Procedimiento según la reivindicación 7 en el que la ménsula (3) se desmonta del segmento (5) de torre una vez está en la posición vertical.

55

60

65

FIG 1

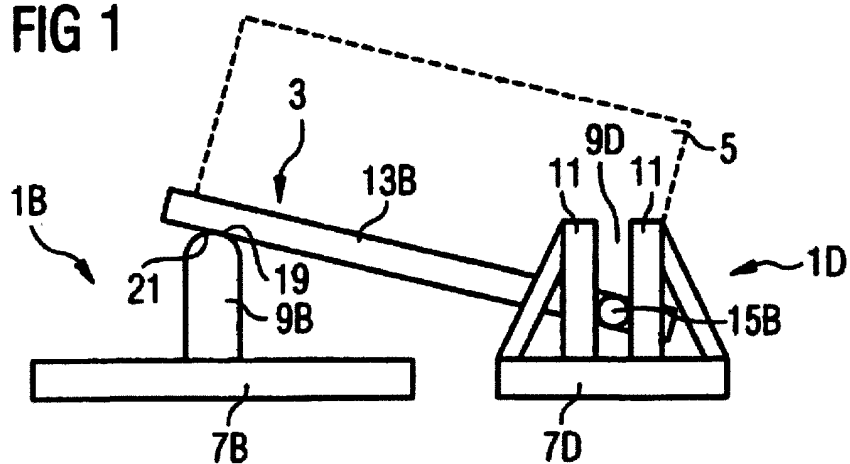


FIG 2

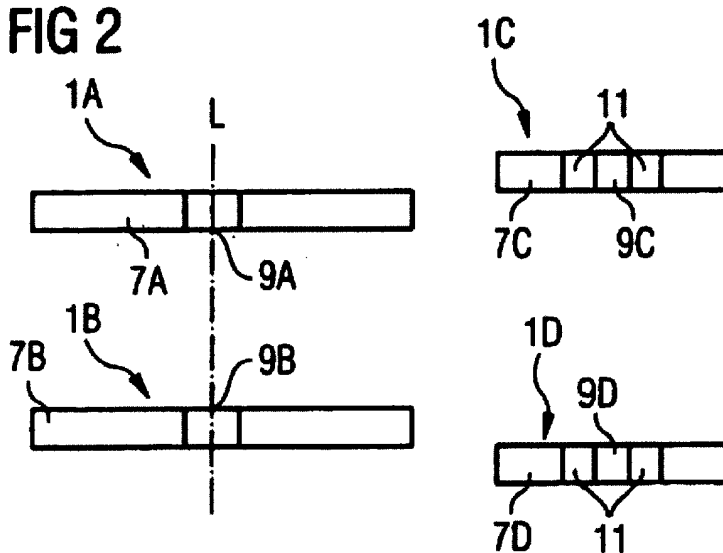


FIG 3

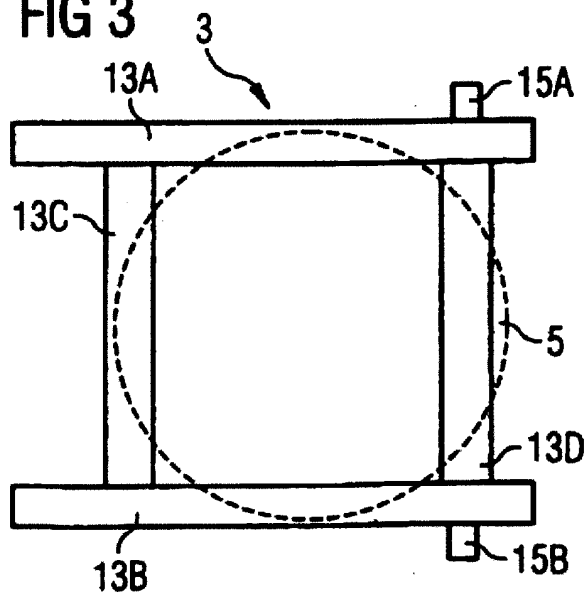


FIG 4

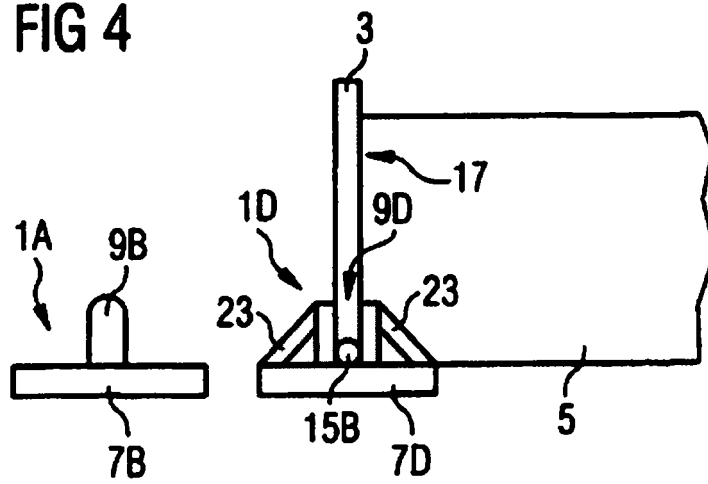


FIG 5

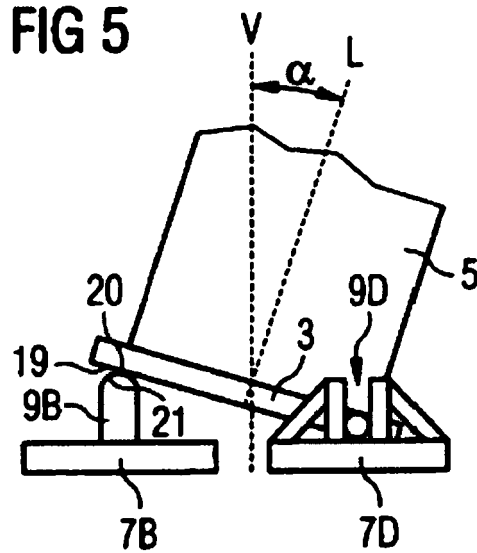


FIG 6

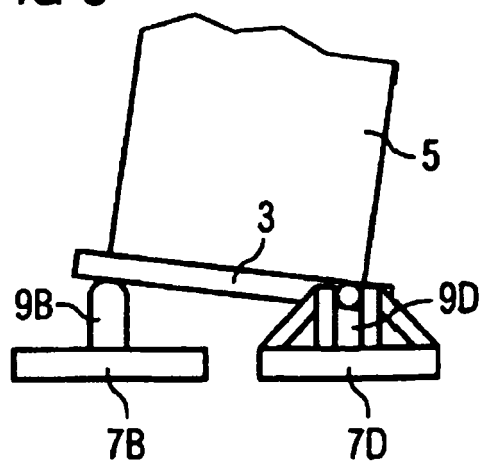


FIG 7

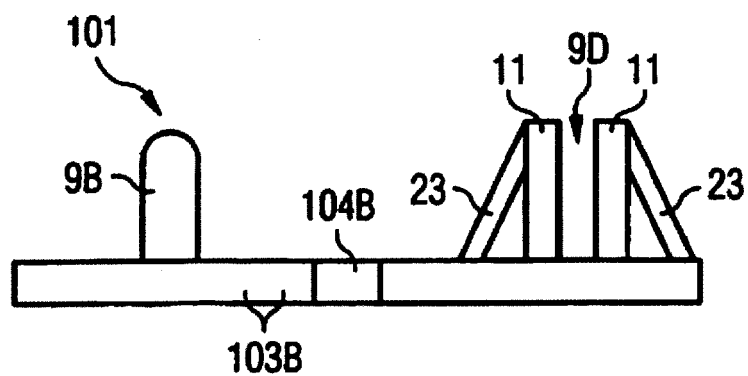


FIG 8

