

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 522 825**

51 Int. Cl.:

F03D 9/00 (2006.01)

E04H 12/16 (2006.01)

E04H 12/12 (2006.01)

F03D 11/04 (2006.01)

F03D 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.11.2010 E 10776720 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.10.2014 EP 2501929**

54 Título: **Central de energía eólica para producir electricidad y procedimiento de construcción de torre relativa**

30 Prioridad:

16.11.2009 IT MI20092007

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

18.11.2014

73 Titular/es:

**WILIC S.ÀR.L. (100.0%)
1, Boulevard de la Foire
1528 Luxembourg , LU**

72 Inventor/es:

PABST, OTTO

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 522 825 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

Central de energía eólica para producir electricidad y procedimiento de construcción de torre relativa

Campo técnico

La presente invención se refiere a una central de energía eólica para la producción de electricidad.

- 5 Más específicamente, la presente invención se refiere a una central de energía eólica que comprende un cimiento de hormigón armado; una torre que extiende a lo largo de un eje vertical y que comprende al menos una porción fabricada de paneles ensamblados entre sí en el sitio; un generador eléctrico montado en la parte superior de la torre; y un conjunto de palas para el accionamiento del generador.

Antecedentes de la técnica

- 10 La técnica de construcción de torres de alta tensión a partir de paneles se utiliza normalmente para torres de alta tensión excepcionalmente grandes que son difíciles de transportar y manipular. Los documentos que se enumeran a continuación se relacionan con centrales de energía eólica que comprenden torres de alta tensión fabricadas de paneles, y que, a conocimiento del Solicitante, representan el estado de la técnica en este sentido:

- 15 El documento DE 10 2007 018 025 A1 se refiere a una central de energía eólica que comprende una torre en forma de pirámide truncada o cono truncado fabricada de paneles de acero curvos o en ángulo.

Los documentos DE 20 2006 009 554 U1 y EP 1 262 614 A2 se refieren torres de alta tensión de centrales de energía eólica fabricadas parcialmente de hormigón armado y parcialmente de acero.

- 20 Los documentos EP 1 876 316 A1, JP 2008 101363 A, JP 2009 57713 A, US 2006/0272244 A1, US 2007/0294955 A1, US2005/0129504, WO 2008/110309 A2 y WO 2009/056898 A1 se refieren a torres de alta tensión de centrales de energía eólica fabricadas paneles de acero o de hormigón armado.

- 25 Obviamente, mientras más pequeños son los paneles, más ligeros son, más fáciles de manipular y transportar, y se pueden fabricar en tamaños modulares o estándares, independientemente de la sección transversal que se estrecha hacia arriba de la torre. Por otro lado, los paneles pequeños implican un gran número de juntas, que se deben hacer en el lugar por trabajadores cualificados que trabajan a alturas considerables, y se deben comprobar cíclicamente por razones de seguridad. En consecuencia, la mejor solución es utilizar paneles relativamente grandes para reducir el número de juntas, pero no lo suficientemente grandes o pesados como para dificultar su transporte o manipulación.

- 30 En el caso de centrales de alta potencia con generadores excepcionalmente pesados, la práctica actual es la construcción de torres de alta tensión en las que al menos la porción inferior, es decir, la porción que descansa directamente sobre el cimiento, se fabrica de paneles de hormigón armado prefabricados, que son más ligeros que las porciones de acero correspondientes.

Divulgación de la invención

Un objeto de la presente invención es proporcionar una central de energía eólica del tipo anterior, que comprende una torre que es fácil de construir y, al mismo tiempo, estructuralmente fuerte.

- 35 Otro objeto de la presente invención es proporcionar una central de energía eólica del tipo anterior, que comprende una torre fabricada, al menos parcialmente, de paneles ensamblados que son fáciles de producir, y cuyo tamaño se puede alterar fácilmente cuando sea necesario.

- 40 De acuerdo con la presente invención, se proporciona una central de energía eólica para la producción de electricidad, comprendiendo la central de energía eólica un cimiento; una torre que se extiende a lo largo de un eje dado; un generador eléctrico montado en la parte superior de la torre; y un conjunto de palas para el accionamiento del generador; comprendiendo la torre al menos una porción fabricada de paneles adyacentes de hormigón armado planos ensamblados de modo que la porción tenga una sección transversal poligonal, en la que cada panel comprende una cara exterior, una cara interior, y dos caras laterales, se fija por las caras laterales a los paneles adyacentes y comprende un cuerpo principal de hormigón armado; y placas laterales integrantes con el cuerpo principal y que definen al menos parcialmente las caras laterales del panel; definiendo preferentemente las placas laterales el conjunto de las caras laterales del panel.
- 45

Al utilizar solo paneles planos de hormigón armado, a diferencia de paneles curvos o en ángulo, los paneles se pueden hacer utilizando una máquina vibradora, sin necesidad de moldes complejos; el tamaño de los paneles se

puede alterar fácilmente cuando sea necesario; y, al ser simples en forma, los paneles pueden incluso producirse en el lugar de ensamble del sistema de energía eólica.

5 En una realización preferida de la presente invención, cada panel está en la forma de un trapecio isósceles, cuya altura es mayor que su anchura media; dicha altura es al menos tres veces, y preferentemente seis veces, la anchura media.

Por lo tanto, se pueden producir paneles relativamente largos para construir porciones de torre largas y acelerar, de ese modo, la construcción de la torre en su conjunto y reducir el número de juntas.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento sencillo, de bajo coste de construcción de una torre de central energía eólica.

10 De acuerdo con la presente invención, se proporciona un procedimiento de construcción de una torre de una central de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 11, en el que la central de energía eólica comprende un cimient; la torre, que se extiende a lo largo de un eje dado; un generador eléctrico montado en la parte superior de la torre; y un conjunto de palas para el accionamiento del generador; comprendiendo la torre al menos una porción hecha de paneles adyacentes de hormigón armado planos ensamblados de modo que la porción tenga una sección transversal poligonal; y comprendiendo el procedimiento las etapas de:

- 15
- a) verter hormigón en un molde que forma al menos parcialmente una parte integrante de dicho panel;
 - b) producir una serie de paneles como en la etapa a);
 - c) disponer dicha serie de paneles sobre el eje, por lo que cada panel está adyacente a dos paneles;
 - d) unir los paneles adyacentes.

20 en el que el molde se define por una mesa de una máquina vibradora, por placas laterales, por una placa superior, y por una placa inferior; uniéndose las placas laterales, la placa superior, y la placa inferior al cuerpo principal y formando una parte integrante del panel.

La construcción de la porción de torre es por tanto más fácil, y se puede realizar incluso totalmente en el sitio.

25 Los moldes son por lo tanto fáciles de fabricar y, sobre todo, las placas realizan funciones importantes dentro del panel: las placas laterales definen las caras de acoplamiento laterales y las porciones de conexión de los paneles adyacentes, e imparten resistencia a la flexión al panel incluso antes de que sea sometido a esfuerzo; y las placas superior e inferior definen las caras de acoplamiento superior e inferior del panel, y sirven para distribuir el esfuerzo de compresión de manera uniforme en el cuerpo principal.

30 En una realización preferida de la presente invención, el procedimiento comprende la etapa de elevar cada panel desde una posición sustancialmente horizontal hasta una posición sustancialmente vertical utilizando una estructura articulada al cimient y para el alojamiento del panel.

35 A diferencia de los procedimientos en los que los paneles se levantan utilizando una grúa, el panel se guía de este modo hasta su posición por una estructura que le impide oscilar, haciendo por tanto que el trabajo sea más seguro, reduciendo el riesgo de daños en el panel, mientras que al mismo tiempo sitúa el panel más rápido y acelerando así la construcción de la torre en su conjunto.

Breve descripción de los dibujos

Una realización no limitativa de la presente invención se describirá a modo de ejemplo con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

40 La Figura 1 muestra una vista lateral, con partes retiradas para mayor claridad, de una central de energía eólica de acuerdo con la presente invención;

La Figura 2 muestra una vista en central, con partes retiradas para mayor claridad, de un detalle de la Figura 1;

La Figura 3 muestra una sección transversal, con partes retiradas para mayor claridad, a lo largo de la línea III-III de la central de la Figura 1;

La Figura 4 muestra un detalle a mayor escala de la sección transversal de la Figura 3;

Las Figuras 5 y 6 muestran secciones de mayor escala, con partes eliminadas para mayor claridad, de un detalle de la central de la Figura 1 en dos planos diferentes;

La Figura 7 muestra una vista en perspectiva de un panel durante su construcción y situado en una máquina vibradora de acuerdo con el procedimiento de acuerdo con la presente invención;

- 5 Las Figuras 8 y 9 muestran dos secciones de respectivas etapas en el ensamble de un panel de acuerdo con el procedimiento de acuerdo con la presente invención.

Mejor modo de realizar la invención

10 El número 1 en la Figura 1 indica, en su conjunto, una central de energía eólica para la producción de electricidad, y que comprende un cimiento de hormigón armado 2; una torre 3 que se extiende a lo largo de un eje vertical A1; un generador eléctrico 4 montado en la parte superior de la torre 3; y un conjunto de palas 5 para el accionamiento del generador 4 y que gira alrededor de un eje A2.

El generador 4 se fija a una góndola 6 que gira con respecto a la torre 3 alrededor del eje A1; y el conjunto de palas 5 comprende un concentrador 7 solidario con el rotor (no mostrado) del generador 4, y tres palas 8, de las que solo se muestran dos en la Figura 1.

15 En el ejemplo de la Figura 1, la torre 3 se define por paneles planos de hormigón armado 9 distribuidos uniformemente alrededor del eje A1 y conectados entre sí; y por un anillo 10 en el extremo superior de los paneles 9. Los paneles 9 son idénticos y tienen forma de trapecio isósceles de modo que la torre 3 se estreche hacia arriba una vez que se ensamblan.

20 La altura de cada panel es mayor que su anchura media, y es al menos tres veces y, en el ejemplo mostrado, diez veces la anchura media.

En el ejemplo mostrado, la torre 3 comprende diez paneles idénticos 9, por lo que tiene una sección transversal en forma de un decágono regular que se estrecha hacia arriba. El número de diez paneles 9 dispuestos en un círculo alrededor del eje A1 obviamente no limita en ningún modo la presente invención.

25 En el ejemplo de la Figura 1, la torre se define por una porción que comprende los paneles 9 y el anillo 10, aunque la presente invención se extiende también a realizaciones (no mostradas) en las que la torre se define por una porción que comprende los paneles 9 y el anillo 10, y por porciones de acero fijadas al anillo 10, o se define por un número de porciones de hormigón armado que comprenden paneles respectivos y anillos respectivos.

30 Una vez que los paneles 9 se ensamblan entre sí, cada uno se comprime por los cables 11 alojados en su interior y que se extienden en toda la altura del panel 9. Los cables 11 se anclan al cimiento 2 y al anillo 10, como se muestra más claramente en la Figura 5, y sirven para pre-comprimir el panel 9 para permitir que el hormigón resista el esfuerzo a la tracción/flexión.

35 El cimiento 2 comprende una plataforma 12 para soportar los paneles 9. Como se muestra en la Figura 2, la plataforma 12 tiene una cara superior 13; y un asiento 14 (Figuras 5 y 6) que se extiende alrededor del eje A1 en la cara superior 13, y sirve para alojar los paneles 9. Como se muestra en la Figura 1, la plataforma 12 comprende una cara lateral 15, en la que se forman una serie de cavidades 16 igualmente separadas alrededor del eje A1 en el ejemplo mostrado. Como se muestra más claramente en las Figuras 5 y 6, el asiento 14 se comunica con cada cavidad 16 a lo largo de los orificios 17 - en el ejemplo mostrado, cuatro orificios 17 - a través de los que se extienden los cables 11 respectivos. Cada cable 11 se ancla al cimiento 2 por un terminal 18 integrante con el extremo inferior del cable 11 y que descansa contra una cara de una de las cavidades 16. De manera similar, cada cable 11 se ancla al anillo 10 por un terminal 18 integrante con el extremo superior de cable 11 y que descansa contra una cara del anillo 10.

Como se muestra en la Figura 5, el asiento 14 tiene caras laterales acampanadas 19; y una cara inferior 20, a lo largo de la que se forman depresiones 21 en los orificios 17. Una vez que los paneles 9 se insertan dentro del asiento 14, el resto de asiento 14 se carga con mortero 22, como se muestra en la Figura 5.

45 Con referencia a la Figura 3, cada panel 9 comprende una cara exterior 23; una cara interior 24; dos caras laterales 25; una cara superior 26 (a la derecha en la Figura 2); y una cara inferior 27 (Figura 5).

50 Con referencia a la Figura 4, los paneles 9 se conectan entre sí a lo largo de las caras laterales 25 por medio de dispositivos de fijación 28 que, en el ejemplo mostrado, son juntas atornilladas. Cada panel 9 comprende un cuerpo principal 29; placas laterales 30; una placa superior 31 (Figura 2); y una placa inferior 32 (Figuras 5 y 6). El cuerpo principal 29 se fabrica de hormigón, e incorpora el refuerzo 33 - en el ejemplo mostrado, dos esteras de metal - y

- 5 cuatro tubos 34 situados entre las esteras de refuerzo de metal 33 y para guiar los cables 11 dentro del panel 9. El cuerpo principal 29 define cara exterior 23 y la cara interior 24, que son planas y paralelas. Y las cavidades 35 se forman a lo largo de la cara interior 24, se definen parcialmente por las placas laterales 30, y sirven para permitir la inserción y el acceso a dispositivos de fijación 28, que se insertan a través de placas laterales 30 de los paneles adyacentes 9.
- 10 Las caras laterales 25 se extienden a lo largo de las placas laterales 30, que tienen orificios para los dispositivos de fijación 28 para conectar las placas laterales 30 adyacentes y, por lo tanto, los paneles adyacentes 9. Las placas laterales 30, la placa superior 31 y la placa inferior 32 (Figuras 5, 6) se fijan al cuerpo principal 29 mediante elementos de fijación conocidos (no mostrados) que se extienden dentro del cuerpo principal 29 a diferencia de fijarse directamente entre sí para formar un bastidor, las placas laterales 30, la placa superior 31, y la placa inferior 32 se conectan preferentemente entre sí por el cuerpo principal.
- 15 Con referencia a las Figuras 5 y 6, la placa inferior 32 tiene salientes 36 situados en los orificios a través de los que se enroscan los cables 11; y los salientes 36 se acoplan a respectivas depresiones 21 para situar los paneles 9 perfectamente dentro del asiento 14.
- El refuerzo 33 tampoco se conecta directamente a las placas laterales 30, a la placa superior 31, ni a la placa inferior 32; y los tubos 34 se conectan preferentemente a la placa superior 31 y a la placa inferior 32.
- Las placas laterales 30 se extienden preferentemente a lo largo de la totalidad del panel 9 para rigidizar y aumentar la resistencia a la flexión del panel 9.
- 20 La Figura 7 muestra un panel 9 durante su construcción y situado en una máquina vibradora 37, que se utiliza para fabricar piezas de hormigón y comprende una mesa vibratoria 38, sobre la que se colocan los moldes que contienen cemento para su espesamiento por vibración.
- 25 En el ejemplo de la Figura 7, el molde se define por la mesa 38, las placas laterales 30, la placa superior 31, y la placa inferior 32. Las placas 30, 31, 32 se sitúan para formar un bastidor en la mesa 38, y se mantienen en una posición de inclinación más o menos con respecto a la mesa 38 mediante soportes de inclinación preferentemente ajustables 39.
- 30 El refuerzo 33 y los tubos 34 se mantienen en posición por los soportes no mostrados en la Figura 7, mientras que los cuerpos 40 se sitúan en contacto con las placas laterales 30 para completar el molde. Una vez que se forma el molde, y el refuerzo, definido por las esteras 33, los tubos 34, y los cuerpos 40 se sitúan dentro del molde, el hormigón se vierte sobre el refuerzo y los tubos 34, y parcialmente alrededor de los cuerpos 40, para formar el cuerpo 29.
- Una vez que el hormigón fragua, el panel 9 está listo para su ensamble en el cimientto 2 y para otros paneles fabricados de manera similar 9 para formar la torre 3.
- 35 Para un fácil ensamble y la manipulación de los paneles 9, que son extremadamente largos y están sometidos a severos esfuerzos de flexión, una estructura alargada 41 (Figura 9) se utiliza para formar una cuna acoplable al panel 9, y se articula alrededor de un eje A3 paralelo a la porción de asiento 14 en la que el panel 9, soportado por la estructura alargada 41, se inserta. El panel 9 se sitúa sustancialmente en la estructura alargada 41 de modo que, cuando la estructura alargada 41 gira alrededor del eje A3, el panel 9 se eleve en una posición sustancialmente vertical con la ayuda de una máquina de elevación (no mostrada) y posiblemente un arnés 42.
- 40 En otras palabras, el panel 9 se hace girar desde una posición sustancialmente horizontal (Figura 8) hasta una posición sustancialmente vertical (Figura 9) por la estructura alargada 41 articulada al cimientto 2 y para alojar el panel 9.
- Un andamio (no mostrado) puede erigirse sobre la plataforma 12 para soportar el panel 9 en una posición sustancialmente vertical y permitir a los trabajadores trabajar a diferentes alturas para conectar los paneles 9.
- 45 Como quedará claro a partir de la descripción detallada de la realización preferida de la presente invención, las principales ventajas radican en que se simplifica enormemente la fabricación y ensamble de los paneles, y también en permitir alteraciones fáciles en el tamaño de los paneles.
- Por otra parte, las placas laterales, superior e inferior forman parte del molde, y realizan importantes funciones estructurales dentro del panel acabado.
- 50 Claramente, se pueden realizar cambios a la central de energía eólica y en el procedimiento que se ha descrito en el presente documento sin apartarse, no obstante, del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Una central de energía eólica para la producción de electricidad, comprendiendo la central de energía eólica (1) un cimiento (2); una torre (3) que se extiende a lo largo de un eje dado (A1); un generador eléctrico (4) montado en la parte superior de la torre (3); y un conjunto de palas (5) para accionar el generador (4); comprendiendo la torre (3) al menos una porción fabricada de paneles adyacentes de hormigón armado planos (9) montados de modo que la porción tenga una sección transversal poligonal, en la que cada panel (9) comprende una cara exterior (23), una cara interior (24), y dos caras laterales (25), se fija por las caras laterales (25) a los paneles adyacentes (9), y comprende un cuerpo principal (29) de hormigón armado; y las placas laterales (30) integrantes con el cuerpo principal (29) y que definen al menos parcialmente las caras laterales (25) del panel (9); definiendo preferentemente las placas laterales (30) la totalidad de las caras laterales (25) del panel (9).
2. Una central de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la porción de la torre (3) se fabrica de paneles idénticos (9).
3. Una central de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en la que cada panel (9) tiene la forma de un trapecio isósceles, cuya altura es mayor que su anchura media; siendo dicha altura al menos tres veces, y preferentemente seis veces, la anchura media.
4. Una central de energía eólica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, y que comprende una serie de dispositivos de fijación (28), acoplando cada uno un par de placas laterales de contacto (30) de dos paneles adyacentes (9).
5. Una central de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 4, en la que cada cuerpo principal (29) tiene cavidades (35) adyacentes a las placas laterales (30); alojando parcialmente cada cavidad (35) un dispositivo de fijación (28) para la fijación de dos placas laterales adyacentes (30); y preferentemente estando las cavidades (35) distribuidas uniformemente a lo largo del panel (9) y limitadas parcialmente por una de las placas laterales (30).
6. Una central de energía eólica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el cimiento (2) tiene un asiento poligonal (14) alrededor del eje (A1) y para alojar los paneles (9).
7. Una central de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 4, en la que cada panel (9) comprende un cuerpo principal (29) de hormigón armado; y una placa inferior (32) que define una cara inferior (27) del panel (9), que se aloja dentro de dicho asiento (14).
8. Una central de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 5, en el que dicho asiento (14) tiene una porción recta para alojar un panel respectivo (9); teniendo la porción recta del asiento (14) y la placa inferior (32) del panel (9) respectivos localizadores para localizar el panel (9) con respecto al cimiento (2); y los localizadores preferentemente comprenden depresiones (21) y salientes (36).
9. Una central de energía eólica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que cada panel (9) comprende un cuerpo principal (29) de hormigón armado; y una placa superior (31) que define una cara superior (26) del panel (9).
10. Una central de energía eólica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que cada panel (9) se ve sometido a esfuerzos por los cables (11) que se extienden entre el cimiento (2) y la parte superior del panel, y se ancla al cimiento y a un anillo (10) en la parte superior de los paneles (9).
11. Un procedimiento de construcción de una torre (3) de una central de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 1 (1), en el que la central de energía eólica (1) comprende un cimiento (2); la torre (3) que se extiende a lo largo de un eje dado (A1); un generador eléctrico (4) montado en la parte superior de la torre (3); y un conjunto de palas (5) para accionar el generador (4); comprendiendo la torre (3) al menos una porción fabricada de paneles adyacentes de hormigón armado planos (9) montados de modo que la porción tenga una sección transversal poligonal; y comprendiendo el procedimiento las etapas de:
- a) verter hormigón en un molde que forma al menos parcialmente parte integrante de dicho panel (9);
 - b) producir una serie de paneles (9) como en la etapa a);
 - c) disponer dicha serie de paneles (9) sobre el eje (A1) por lo que cada panel (9) es adyacente a dos paneles (9);
 - d) unir los paneles adyacentes (9), en la que el molde se define por una mesa (38) de una máquina vibradora (37), por las placas laterales (30), por una placa superior (31), y por una placa inferior (32); estando las placas laterales

(30), la placa superior (31), y la placa inferior (32) unidas al cuerpo principal (29) y formando una parte integrante del panel (9).

12. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 11, en el que el molde comprende cuerpos (40) adyacentes a las placas laterales (30) y para definir cavidades (35) en el panel (9).

- 5 13. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 11 o 12, y que comprende la etapa de elevar cada panel (9) desde una posición sustancialmente horizontal hasta una posición sustancialmente vertical por medio de una estructura (41) articulada al cimiento (2) y que aloja el panel (9).

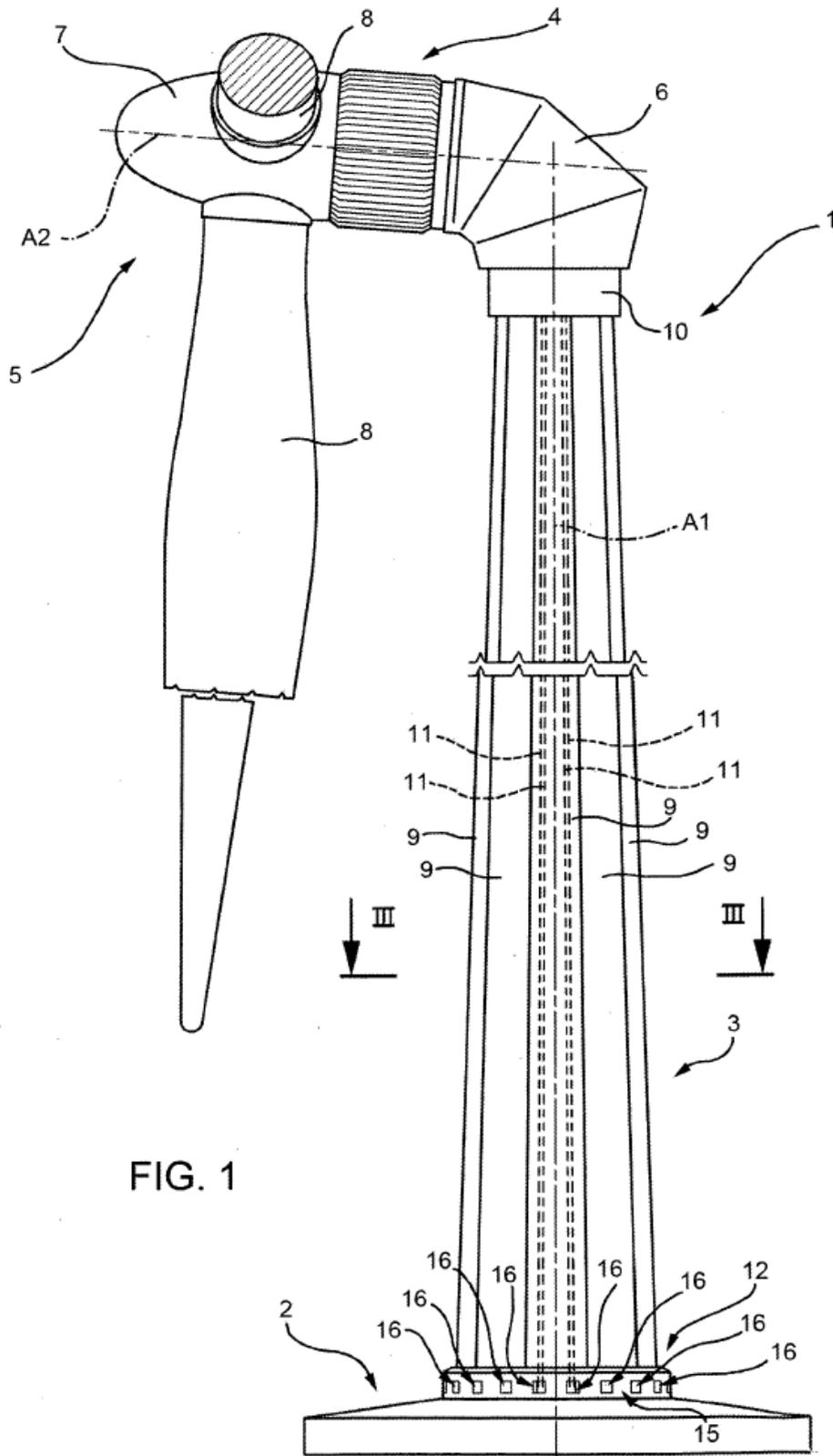


FIG. 1

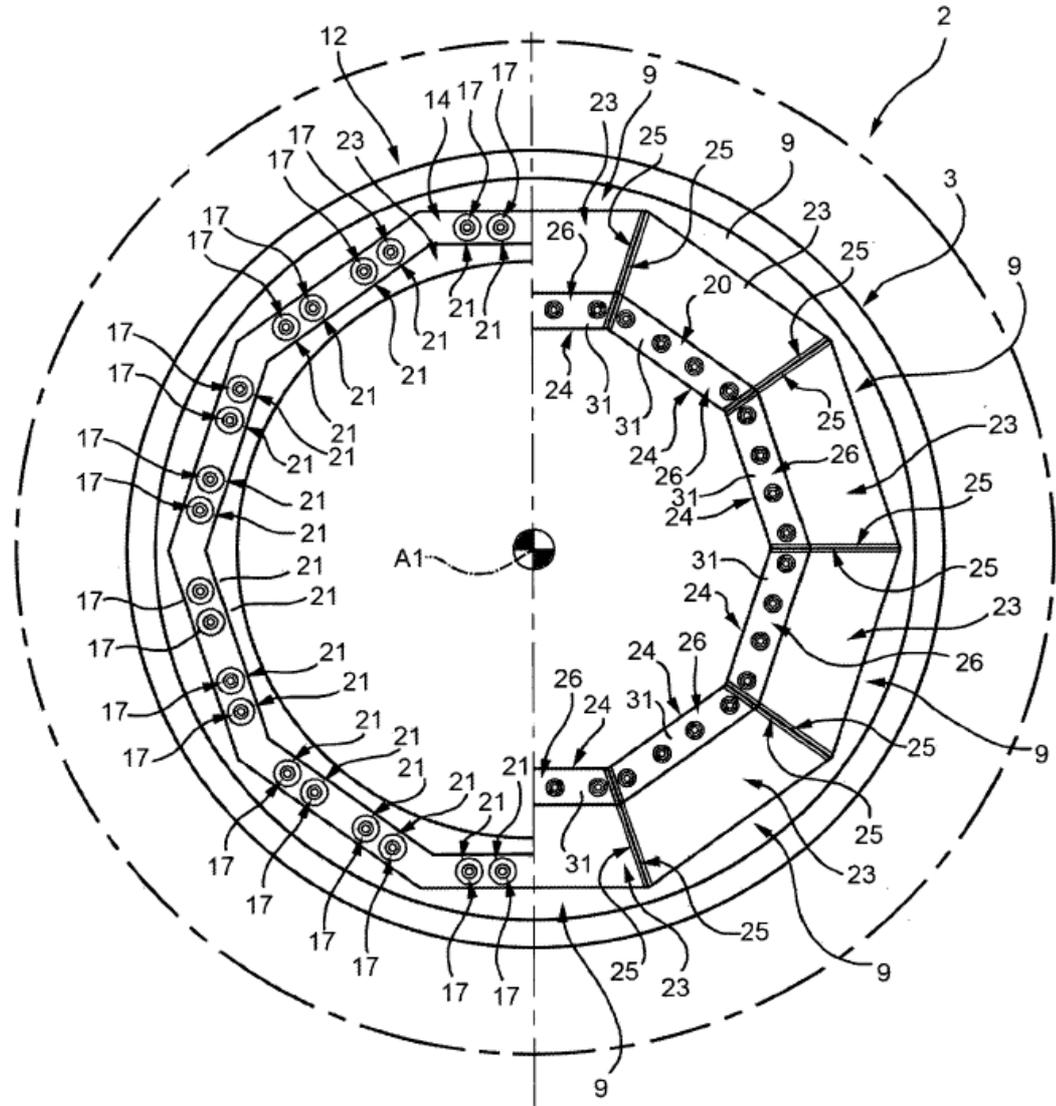


FIG. 2

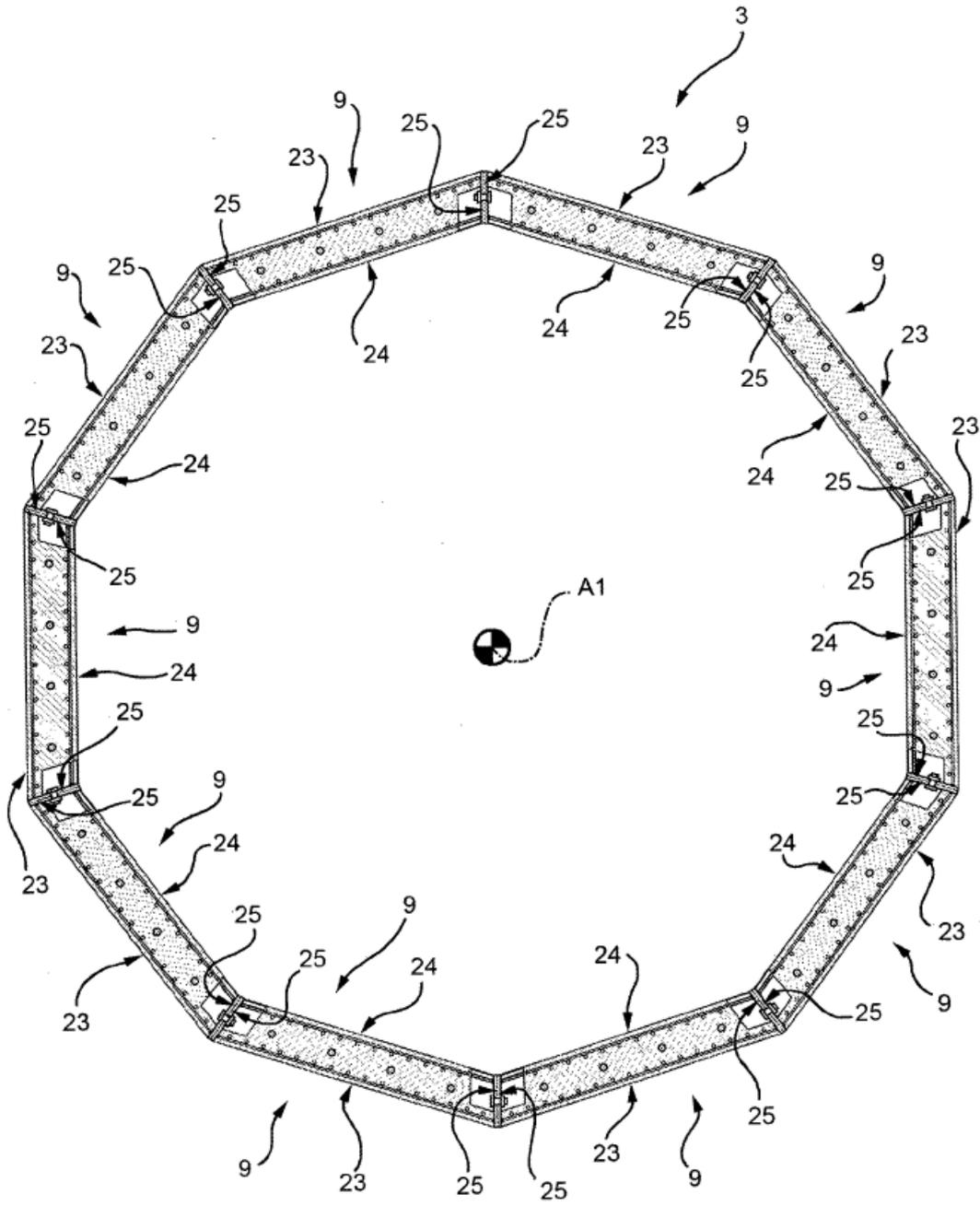


FIG. 3

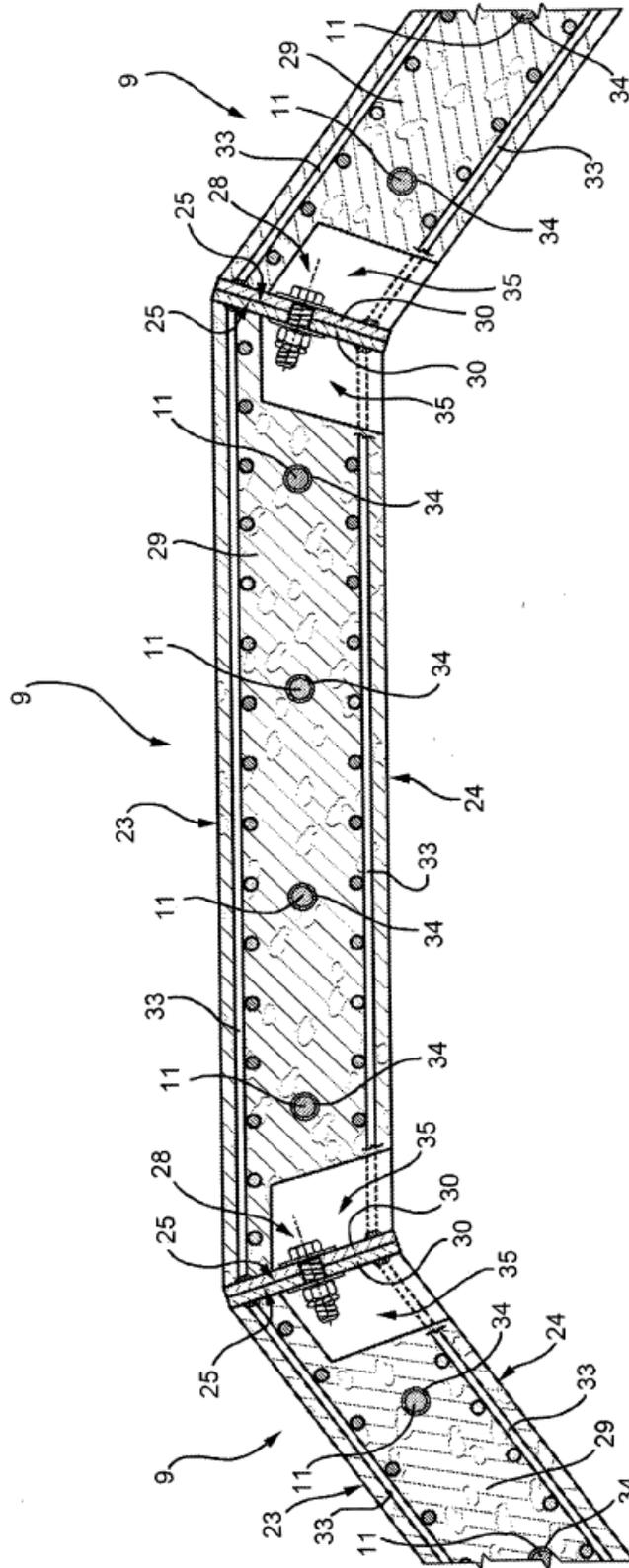
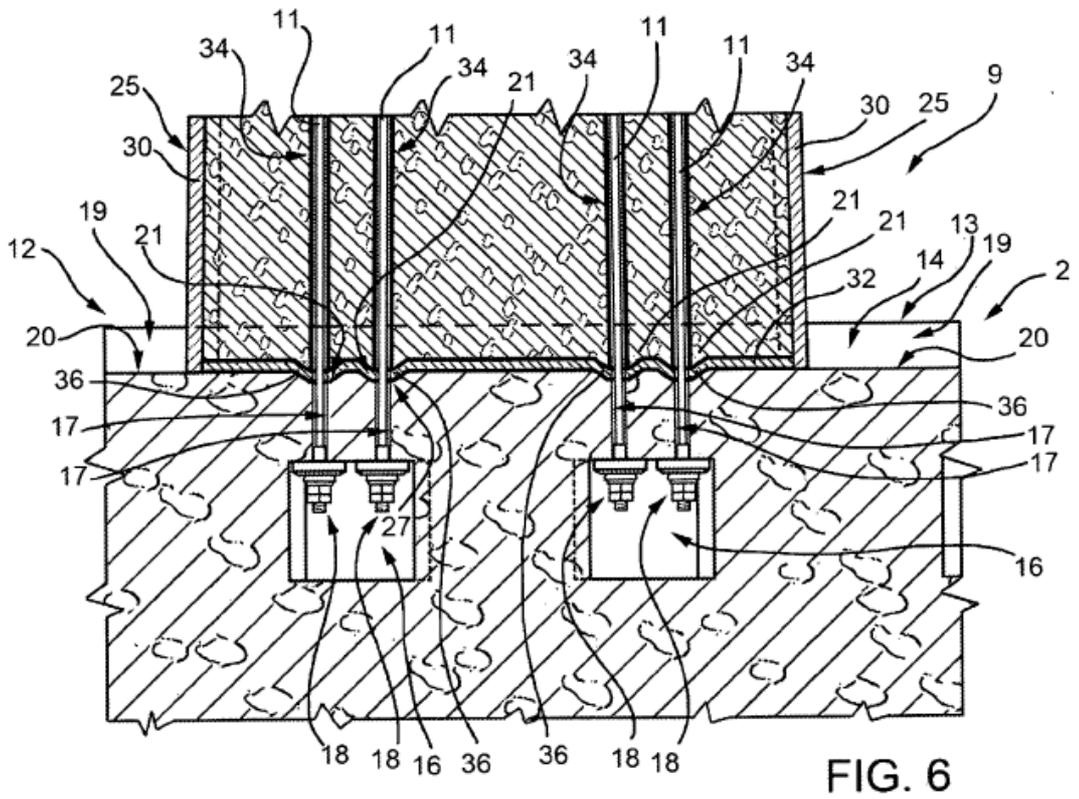
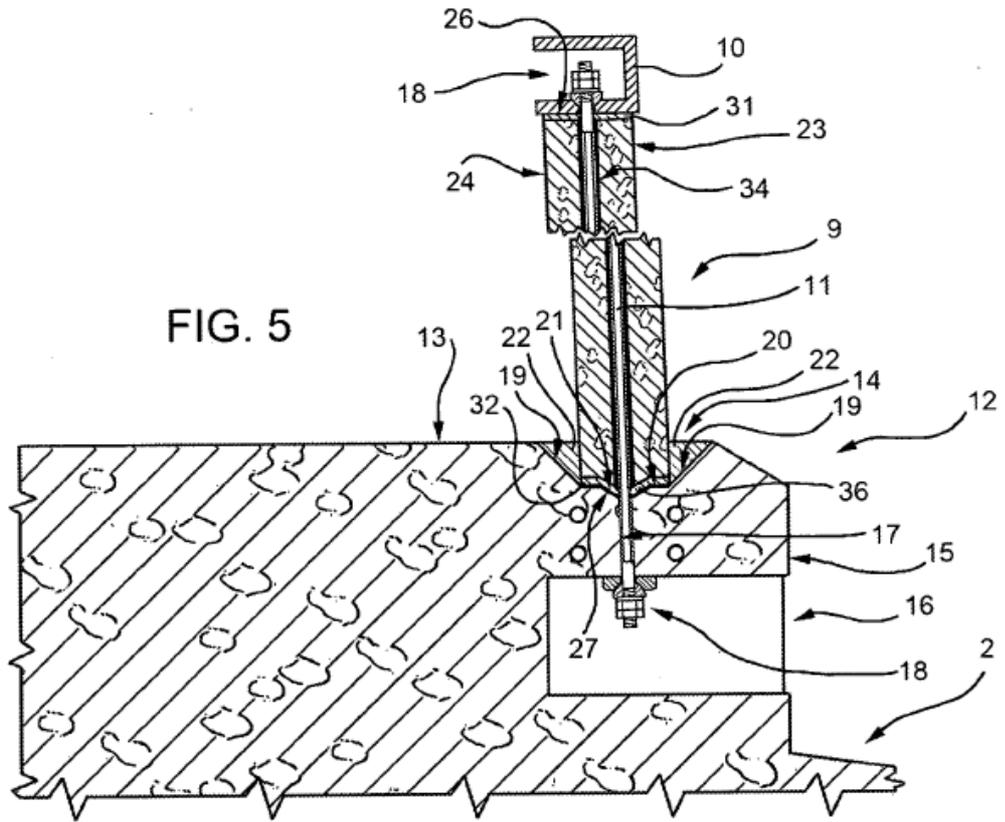


FIG. 4



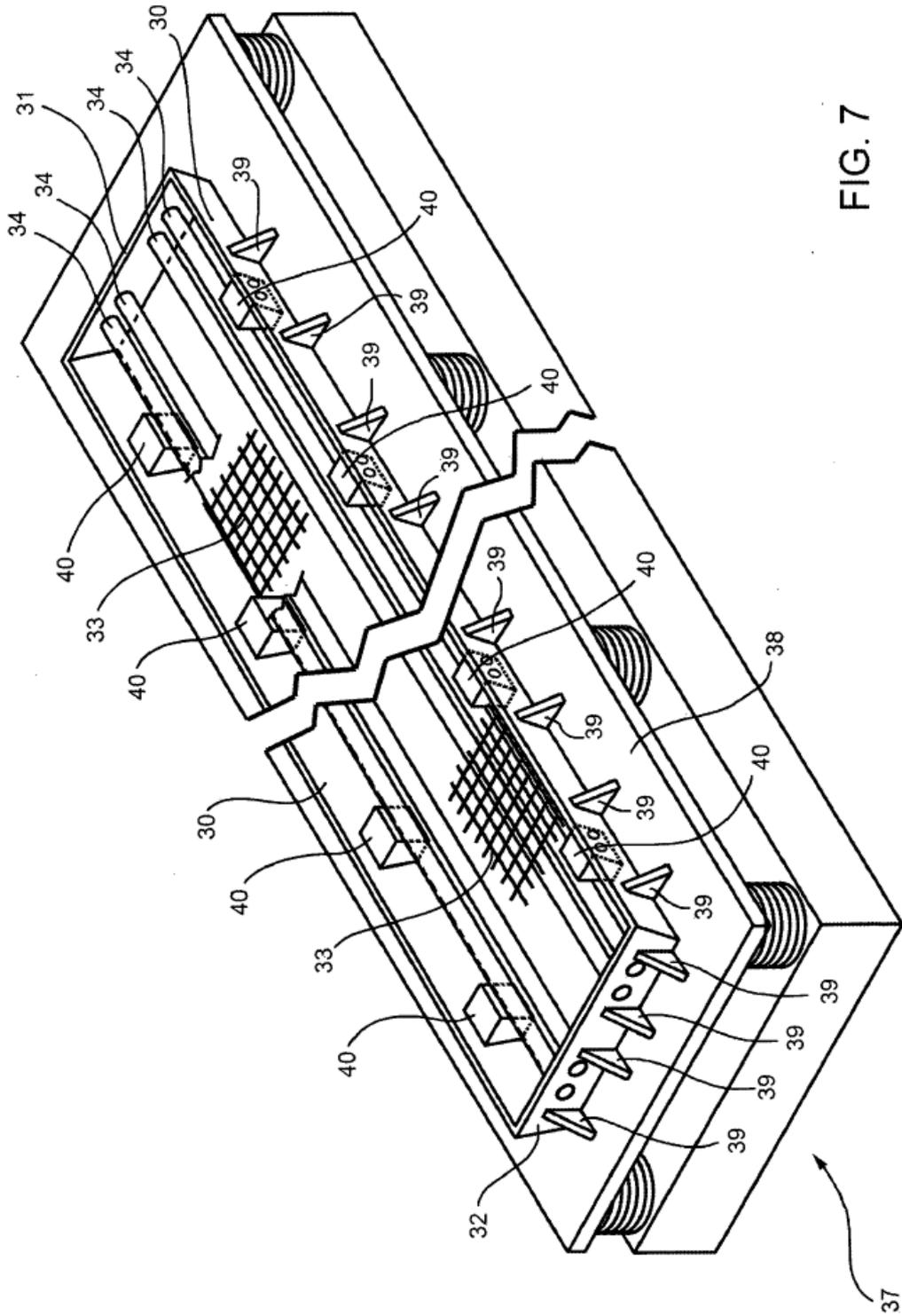


FIG. 7

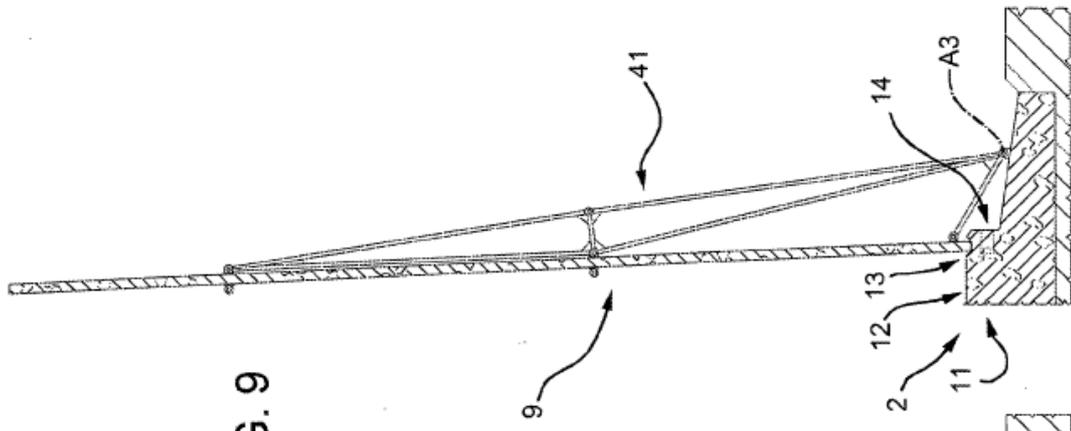


FIG. 9

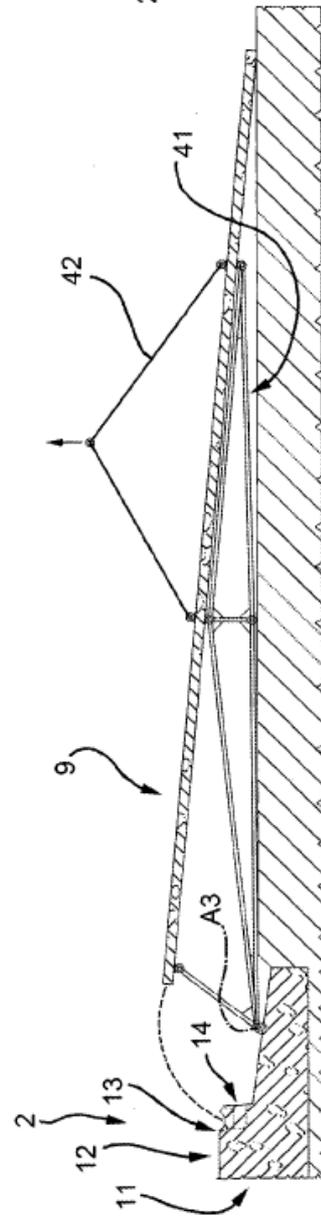


FIG. 8