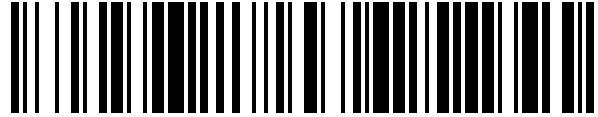


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 149 684**

21 Número de solicitud: 201630040

51 Int. Cl.:

F24J 2/54 (2006.01)

H02S 20/32 (2014.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

29.08.2014

43 Fecha de publicación de la solicitud:

27.01.2016

71 Solicitantes:

SENER, INGENIERÍA Y SISTEMAS, S.A. (100.0%)
Avda. Zugazarte, 56
48930 LAS ARENAS (Bizkaia) ES

72 Inventor/es:

LECUBE INCHAUSTI, Xabier;
GONZÁLEZ CABEZUELO, Francisco Javier;
FEBRER VEGUERIA, Iker y
FERNÁNDEZ UGARTE, Sabin

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

54 Título: **Seguidor solar con pedestal de hormigón armado**

ES 1 149 684 U

SEGUIDOR SOLAR CON PEDESTAL DE HORMIGÓN ARMADO

DESCRIPCIÓN

CAMPO DE LA INVENCIÓN

La presente invención se engloba dentro del campo de la energía solar, y más concretamente, la presente invención se refiere a un seguidor solar con forma de T, con movimiento de la estructura portante de la superficie captadora de energía con respecto al pedestal fijo, con pedestal de hormigón armado y pretensado o postensado.

ESTADO DE LA TÉCNICA

10 Un seguidor solar con forma de T consta básicamente de los siguientes elementos: superficie captadora (paneles reflectantes o paneles fotovoltaicos), estructura soporte, mecanismo de accionamiento, pedestal, cimentación y sistema de control.

El pedestal es el responsable de soportar la copa del seguidor solar (superficie captadora, estructura soporte y mecanismo de accionamiento) en su posición y de transmitir todas las cargas inducidas por la copa del seguidor (peso propio, cargas aerodinámicas, etc.) al terreno, a través de la cimentación.

La solución más extendida actualmente en el mercado se basa en el uso de un pedestal metálico formado por un tubo cilíndrico de espesor reducido y bridas en sus extremos, que se une a una cimentación de hormigón armado, fabricada in situ, a través de pernos de anclaje embebidos en la cimentación. La cimentación más habitual es de tipo pilote (aunque también puede ser de tipo zapata), para cuya construcción se emplea una pilotadora con la que se realiza en el terreno una perforación circular hasta la profundidad definida, en la que se introducen la armadura del pilote y los pernos de anclaje debidamente posicionados mediante plantilla, y finalmente se hormigona todo el conjunto.

También se conocen soluciones que utilizan pedestal de hormigón, como la descrita en la solicitud de patente WO2008/046937-A1 referente a un seguidor solar y al procedimiento de pre-ensamblaje, transporte y ensamblaje final del mismo, en la que se describe un seguidor solar completo con columna de hormigón armado y zapata previamente realizada en el terreno.

Otro documento en el que se menciona un pedestal de hormigón es la solicitud de patente DE102008027313 A1 referente a la estructura soporte para módulos fotovoltaicos, en la que se describen elementos soporte de hormigón entre la cimentación y el módulo fotovoltaico.

5 En plantas termosolares de torre y campo de helióstatos, la economía de escala para reducir los costes de generación eléctrica está llevando a plantas cada vez más grandes, que requieren del orden de miles de helióstatos de gran tamaño. El requisito de precisión de apunte derivado de las grandes distancias entre los helióstatos y el receptor solar, y las elevadas cargas que deben soportar los helióstatos por su gran tamaño, hacen necesaria
10 una elevada rigidez del pedestal para garantizar la precisión de apunte requerida, en todas las condiciones de operación del helióstato y durante toda la vida de la planta.

Las soluciones actualmente existentes podrían permitir cumplir estos requisitos técnicos más exigentes, pero a un coste elevado. Por ejemplo, podría utilizarse la solución basada en
15 pedestal metálico unido a la cimentación mediante pernos de anclaje, incrementando el diámetro y/o el espesor del tubo y reforzando la unión entre pedestal y cimentación, pero el incremento de peso y de coste sería elevado. También podría utilizarse un pedestal de hormigón armado, pero las cargas inducidas por la copa del seguidor presentan una amplia y frecuente fluctuación debido a que su causa principal son las cargas de viento, y esta
20 fluctuación haría que el hormigón estuviera sometido a tensiones variables de tracción y compresión que, con el tiempo, darían lugar a la fisuración por fatiga del hormigón y a que en las zonas traccionadas del pedestal sólo trabajara el acero, de manera que habría que incrementar la cantidad de acero para garantizar durante toda la vida de la planta la resistencia y la rigidez requeridas, con el consiguiente incremento de coste.

25 No obstante, a pesar de los inconvenientes mencionados, el uso de hormigón armado en el pedestal de los seguidores solares es una opción atractiva en cuanto a las posibilidades que ofrece para conseguir una elevada rigidez a un costo aceptable, pero requiere una solución distinta de las conocidas hasta ahora.

30

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un seguidor solar con pedestal de hormigón armado que comprende una superficie captadora, una estructura soporte, un mecanismo de accionamiento y un pedestal de hormigón armado encargado de soportar la copa del

seguidor solar. El pedestal comprende unos cables de acero tensados para compresión del hormigón y está embebido parcialmente en el terreno, actuando como cimentación.

5 Los cables de acero tensados recorren preferentemente toda la longitud del pedestal y están tensados a un nivel determinado de carga para que el hormigón nunca trabaje a tracción aunque el seguidor solar sufra las cargas máximas definidas para la aplicación.

En una realización particular los cables de acero tensados son cables para postensado. En otra realización preferente, los cables de acero tensados son cables para pretensado.

10

El pedestal comprende preferiblemente una columna y una interfaz en su parte superior para la unión con la copa del seguidor solar. El pedestal puede comprender una sección troncocónica que adapte la sección de la columna con la sección de la interfaz.

15 El pedestal puede disponer de unas acanaladuras longitudinales, ubicadas en la parte del pedestal embebida parcialmente en el terreno, para ayudar a transmitir las cargas torsionales. Para ayudar a transmitir las cargas torsionales el pedestal también puede disponer en su parte inferior de una pluralidad de aletas laterales embebidas en el terreno.

20 El pedestal está preferentemente embebido parcialmente en una perforación practicada en el terreno y rellena con hormigón.

El pedestal está preferiblemente fabricado en una sola pieza. En una realización preferida el pedestal es prefabricado en taller.

25

Por tanto, el seguidor solar de la presente invención comprende un pedestal de hormigón armado y pretensado (o postensado), que incorpora las funciones de la cimentación al estar concebido para que parte de su longitud quede embebida en el terreno y transmita las cargas a éste.

30

Este pedestal de hormigón armado y pretensado/postensado requiere menos volumen de hormigón que un pedestal de hormigón armado convencional para soportar las cargas que sufre el seguidor, siendo además el pretensado/postensado adaptable a las cargas máximas definidas para cada aplicación. Además, con el pretensado/postensado se evita la aparición

de fisuras en el hormigón, que en el caso del hormigón armado convencional acabarían apareciendo con el transcurso del tiempo debido a que el hormigón estaría sometido a tensiones variables tracción-compresión provocadas por la fluctuación de las cargas que sufre el seguidor, de manera que con la presente invención se consigue garantizar la resistencia y la rigidez del pedestal durante toda la vida de la planta.

Por otra parte, al integrar en una sola pieza pedestal y cimentación, se eliminan la unión entre pedestal y cimentación y los elementos asociados (brida del pedestal metálico y pernos de anclaje). De esta manera se simplifica el montaje y se reducen los costos de componentes y de montaje, al mismo tiempo que se aumenta la rigidez al haberse eliminado la unión.

Además, el pedestal puede ser prefabricado en taller, lo cual facilita su control de calidad y permite conseguir una elevada fiabilidad y repetitividad.

De acuerdo con la presente invención, el pedestal comprende una columna maciza o hueca, prismática o cilíndrica, de hormigón armado y pretensado (o postensado).

En el caso de pedestal pretensado, hay unos cables de acero que se mantienen tensados con una determinada carga en el proceso de hormigonado del pedestal, durante su proceso de fabricación, siendo este pretensado variable según las cargas máximas definidas para cada aplicación. Este pretensado será tal que, aunque el seguidor sufra las cargas máximas definidas para una aplicación, el hormigón no esté sometido nunca a tensiones de tracción.

En el caso de pedestal postensado, los cables se tensan posteriormente al hormigonado y curado del pedestal.

El extremo superior del pedestal tiene una interfaz para la unión con la copa del seguidor, interfaz que puede variarse para adaptarla a las características de la interfaz de la copa del seguidor. Esta interfaz del pedestal puede consistir en insertos roscados o pernos de anclaje embebidos en el pedestal, o en agujeros pasantes.

Dependiendo del tipo de terreno y de las cargas de torsión inducidas por la copa del seguidor, el pedestal puede incorporar algunas aletas situadas en el tramo que queda

embebido en el terreno, para ayudar a transmitir las cargas de torsión al terreno y aumentar la rigidez.

5 Para la instalación del pedestal en campo, se realiza en el terreno una perforación de mayor sección que el pedestal, sea éste cilíndrico o prismático, y, en caso de llevar aletas, también se hace la excavación necesaria para ellas. A continuación, se inserta el pedestal en la perforación y, una vez que ha sido correctamente posicionado con la ayuda de apoyos temporales, se vierte hormigón para rellenar el espacio que queda entre la perforación y el pedestal, para que pedestal y terreno trabajen conjuntamente. El error de verticalidad del pedestal producido durante su instalación o a lo largo del tiempo por asentamiento del terreno, se compensa con el software de control del mecanismo de accionamiento del seguidor solar, evitando así que el error de verticalidad afecte a la precisión de apunte del seguidor y no siendo por tanto necesario un posicionamiento extremadamente preciso del pedestal.

15

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

A continuación se pasa a describir de manera muy breve una serie de dibujos que ayudan a comprender mejor la invención y que se relacionan expresamente con una realización de dicha invención que se presenta como un ejemplo no limitativo de ésta.

20

Las Figuras 1A y 1B muestran distintas vistas de un seguidor solar que incorpora una posible realización del pedestal según la presente invención.

Las Figura 2A, 2B y 2C muestran una posible realización del pedestal.

25

La Figura 3 muestra una sección transversal de la columna del pedestal, donde se observa el detalle de unas acanaladuras en la parte de la columna que va embebida en el terreno.

Las Figuras 4A, 4B y 4C muestran otra posible realización del pedestal.

30

La Figura 5 muestra de manera esquemática el montaje del pedestal embebido en el terreno.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE UN MODO DE REALIZACIÓN

La constitución, características y ventajas del seguidor solar de la invención se comprenderán mejor con la siguiente descripción, hecha con referencia al ejemplo de realización mostrado en los dibujos adjuntos.

5

Las **Figura 1A** y **1B** muestran, respectivamente, una vista posterior y de perfil de un seguidor solar 1 que incorpora una realización del pedestal 10 según la presente invención. El pedestal 10 se encarga de soportar la superficie captadora 2 (ya sean paneles reflectantes o paneles fotovoltaicos), la estructura soporte 3 y el mecanismo de accionamiento 4 del seguidor solar.

10

En las **Figura 2A, 2B** y **2C** se representa una de las posibles realizaciones del pedestal 10. La Figura 2A muestra una perspectiva del aspecto exterior. Por su parte, la Figura 2B representa una sección longitudinal del pedestal 10 de la Figura 2A instalado en una perforación 20 practicada en el terreno 21, en la que no se muestran la armadura 11 ni los cables de acero tensados 12. La Figura 2C muestra una sección longitudinal del pedestal donde se aprecian la armadura de acero 11 y los cables de acero tensados 12 que recorren toda la longitud del pedestal 10.

15

El pedestal 10 de este modo de realización comprende una columna 15 de hormigón armado y pretensado/postensado, de sección constante, cilíndrica, esbelta y hueca, con una altura de varios metros. El pedestal 10 dispone en su parte superior de una interfaz 17 para la unión con la copa del seguidor. Para adaptar el diámetro de la columna 15 al diámetro de la interfaz 17, la geometría ha de cambiar progresivamente en la parte superior del pedestal 10, sin cambios bruscos en el tamaño de la sección para evitar concentración de tensiones. En el caso de este modo de realización, para adaptar estas secciones el pedestal 10 comprende una sección troncocónica 16 con un ángulo de poca inclinación, que adapta el diámetro de la columna 15 con el diámetro de la interfaz 17. Además en la parte superior del interfaz 17 se disponen una serie de insertos roscados 18 embebidos en el pedestal para los elementos de unión de la copa del seguidor 1.

20

25

En su parte inferior el pedestal 10 dispone de unas acanaladuras longitudinales 19 en la parte de la columna 15 del pedestal 10 que va embebida en el terreno 21. Las acanaladuras

longitudinales 19, mostradas en detalle en la sección transversal de la columna 15 (**Figura 3**), son útiles para transmitir mejor la torsión.

Las **Figuras 4A, 4B y 4C** muestran otra posible realización del pedestal 10, que incorpora unas aletas 13 (dos aletas, en la realización mostrada en la figura) en su parte inferior para transmitir al terreno las cargas torsionales. En su interior (tanto en la columna 15 como en las aletas 13) el hormigón tiene la armadura de acero 11. A la columna 15 la atraviesan longitudinalmente varios cables de acero tensados 12, ya sean cables para postensado o para pretensado.

10

El pedestal 10 de hormigón se fabrica en un taller que no tiene por qué encontrarse próximo al emplazamiento del seguidor. En el caso de la realización del pedestal con cables de acero pretensados 12, para su fabricación se utiliza un molde en el que se colocan la armadura de acero 11 y los cables de acero 12. A continuación se tensan los cables de acero a la carga predefinida y se vierte el hormigón en el molde, dejándolo curar el tiempo necesario. Una vez alcanzado el grado de curado suficiente, se saca del molde.

15

El procedimiento de uso del pedestal de hormigón armado pretensado para seguidor solar comprende los siguientes pasos:

20

- hacer una perforación 20 en el terreno 21 con una sección y profundidad tal que sea capaz de alojar la parte definida del pedestal 10, y en caso de llevar las aletas laterales 13 la excavación necesaria para éstas;

- introducir el pedestal 10 en posición vertical en el interior de la perforación 20;

- hormigonar el contorno de la perforación 20.

25

La **Figura 5** muestra de manera esquemática el montaje del pedestal 10 embebido en el terreno 21. Una vez el pedestal 10 ha sido correctamente posicionado con la ayuda de apoyos temporales 23, se vierte hormigón 22 para rellenar el espacio que queda entre la perforación 20 y el pedestal 10, para que pedestal 10 y terreno 21 trabajen conjuntamente.

30

REIVINDICACIONES

1. Seguidor solar con pedestal de hormigón armado, que comprende:
- una superficie captadora (2),
 - 5 una estructura soporte (3),
 - un mecanismo de accionamiento (4), y
 - un pedestal (10) de hormigón armado encargado de soportar la copa del seguidor solar (1),
- caracterizado por que** el pedestal (10) comprende unos cables de acero tensados (12) para compresión del hormigón, **por que** el pedestal (10) está embebido parcialmente en el terreno (21) actuando como cimentación, **y por que** el pedestal (10) dispone de unas acanaladuras longitudinales (19), ubicadas en la parte del pedestal (10) embebida parcialmente en el terreno (21), para ayudar a transmitir las cargas torsionales.
- 15 2. Seguidor solar según la reivindicación 1, caracterizado por que los cables de acero tensados (12) recorren toda la longitud del pedestal (10) y están tensados a un nivel determinado de carga para que el hormigón nunca trabaje a tracción aunque el seguidor solar (1) sufra las cargas máximas definidas para la aplicación.
- 20 3. Seguidor solar según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, caracterizado por que los cables de acero tensados (12) son cables para postensado.
4. Seguidor solar según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, caracterizado por que los cables de acero tensados (12) son cables para pretensado.
- 25 5. Seguidor solar según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el pedestal (10) comprende una columna (15) y una interfaz (17) en su parte superior para la unión con la copa del seguidor solar.
- 30 6. Seguidor solar según la reivindicación 5, caracterizado por que el pedestal (10) comprende una sección troncocónica (16) que adapta la sección de la columna (15) con la sección de la interfaz (17).
7. Seguidor solar según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que
- 35 el pedestal comprende una columna hueca.

8. Seguidor solar según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el pedestal (10) dispone en su parte inferior de una pluralidad de aletas laterales (13) embebidas en el terreno (21) para ayudar a transmitir las cargas torsionales.

5

9. Seguidor solar según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el pedestal (10) está embebido parcialmente en una perforación (20) practicada en el terreno (21) y rellena con hormigón (22).

10 10. Seguidor solar según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el pedestal (10) está fabricado en una sola pieza.

11. Seguidor solar según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el pedestal (10) es prefabricado en taller.

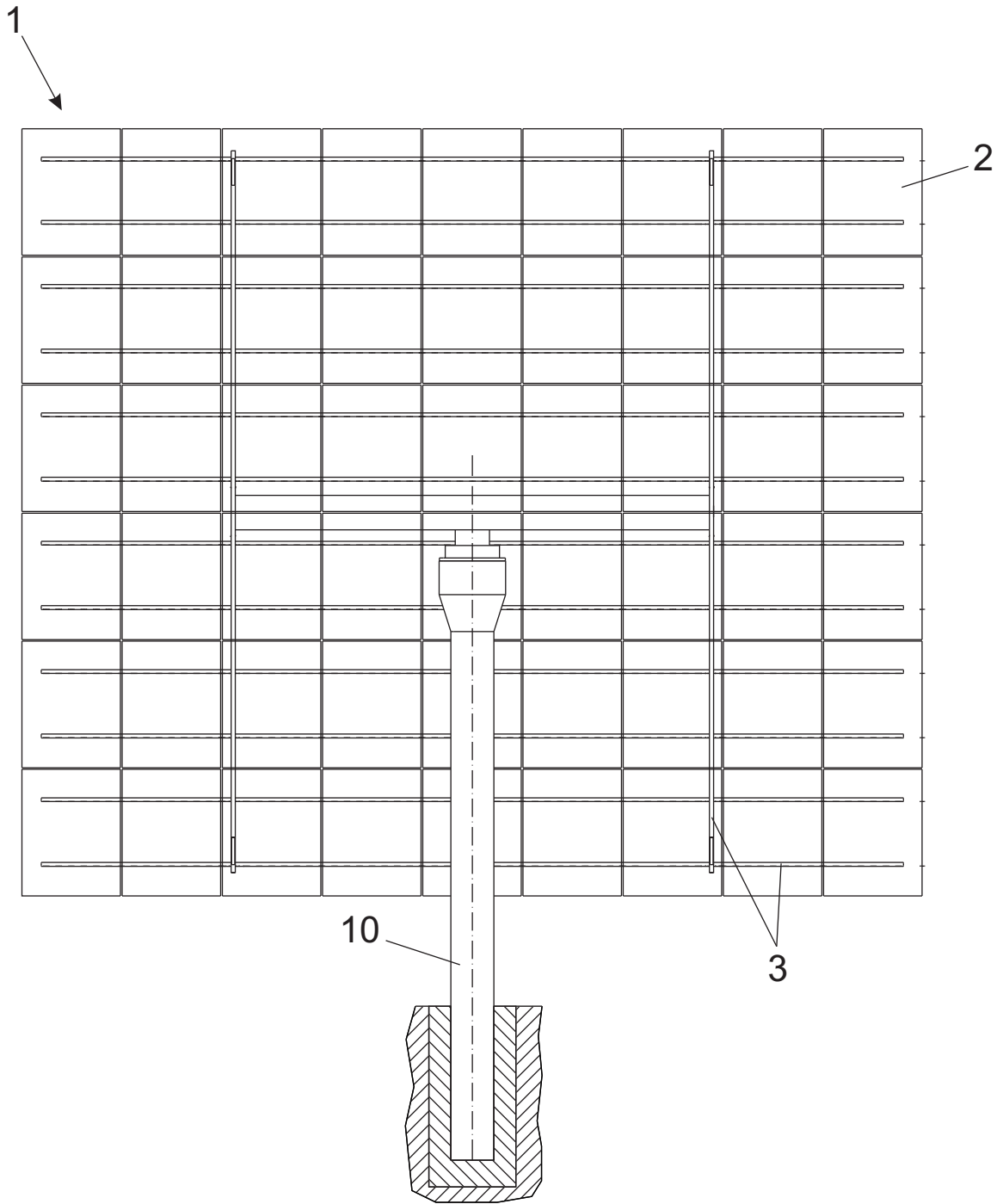


Fig. 1A

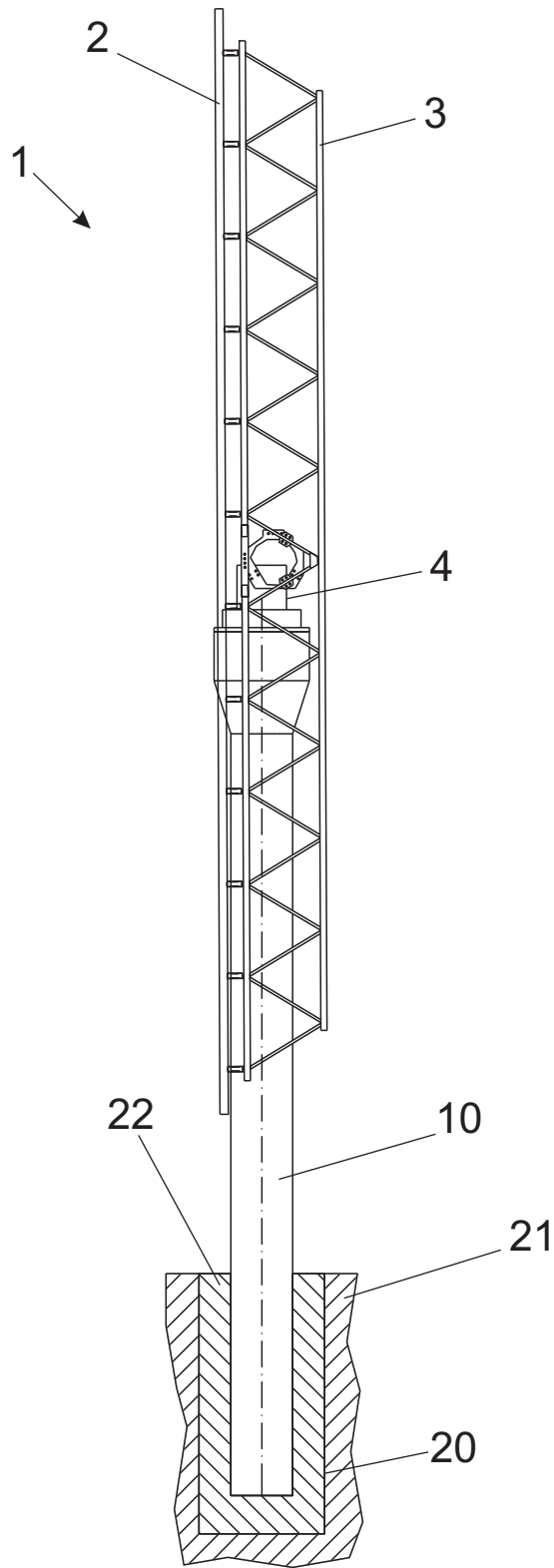


Fig. 1B

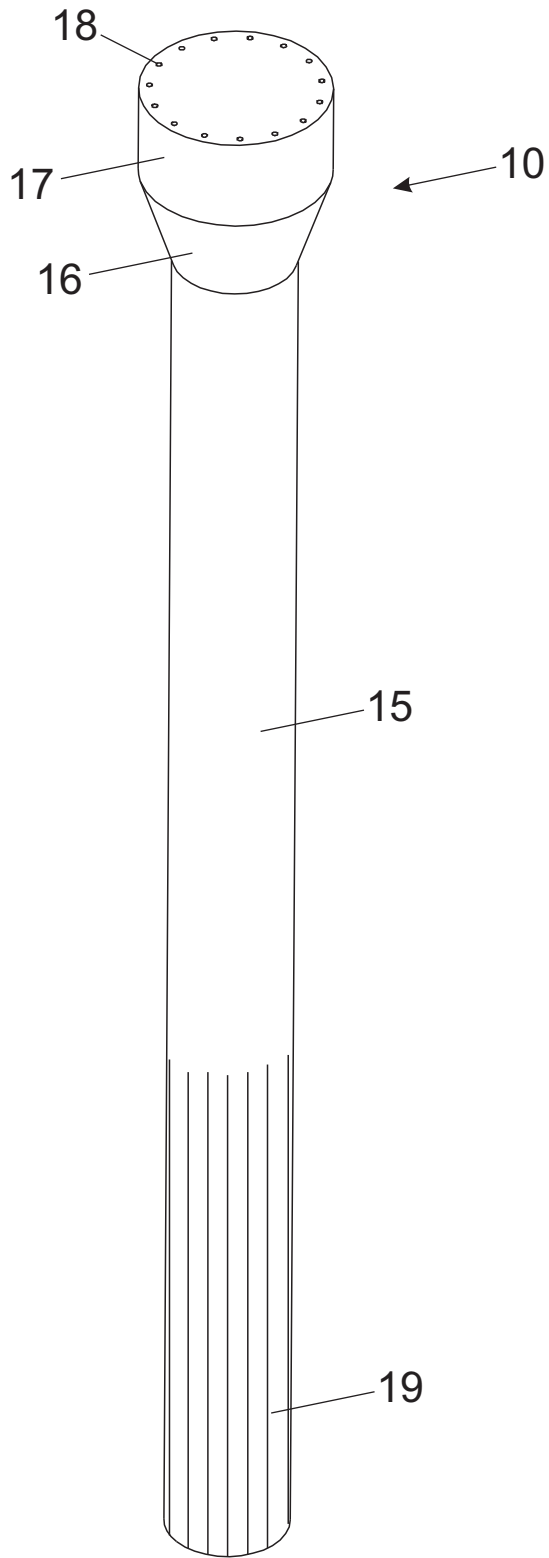


Fig. 2A

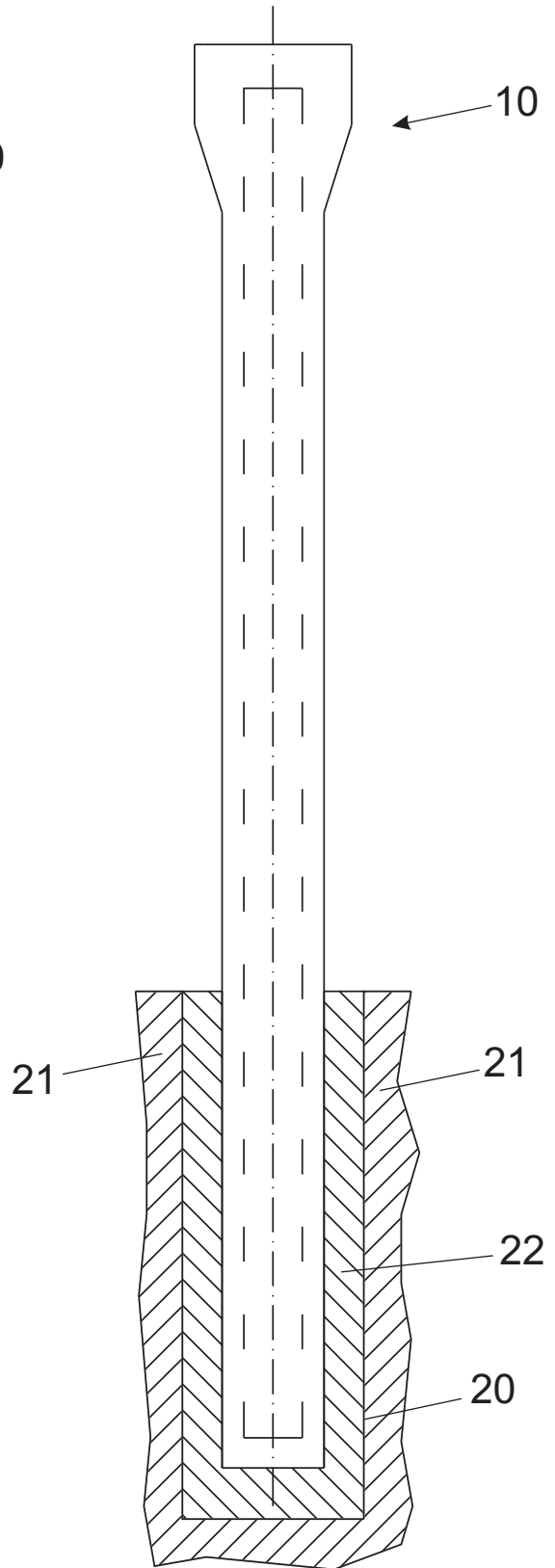


Fig. 2B

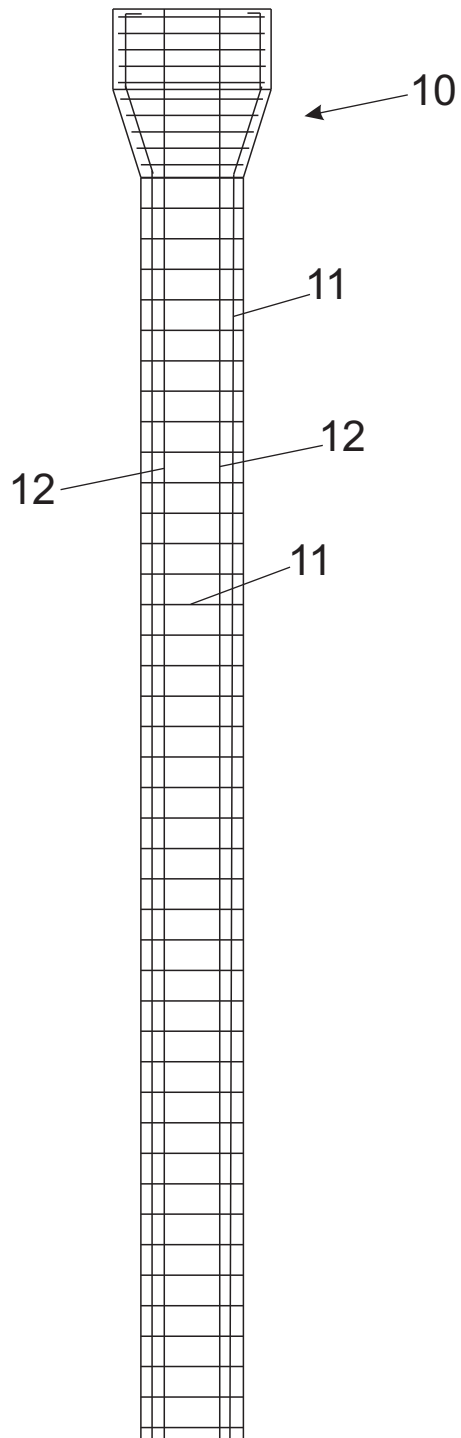


Fig. 2C

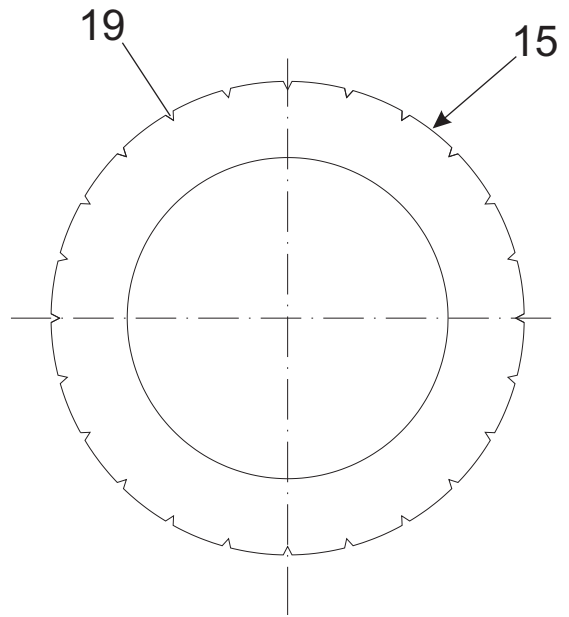


Fig. 3

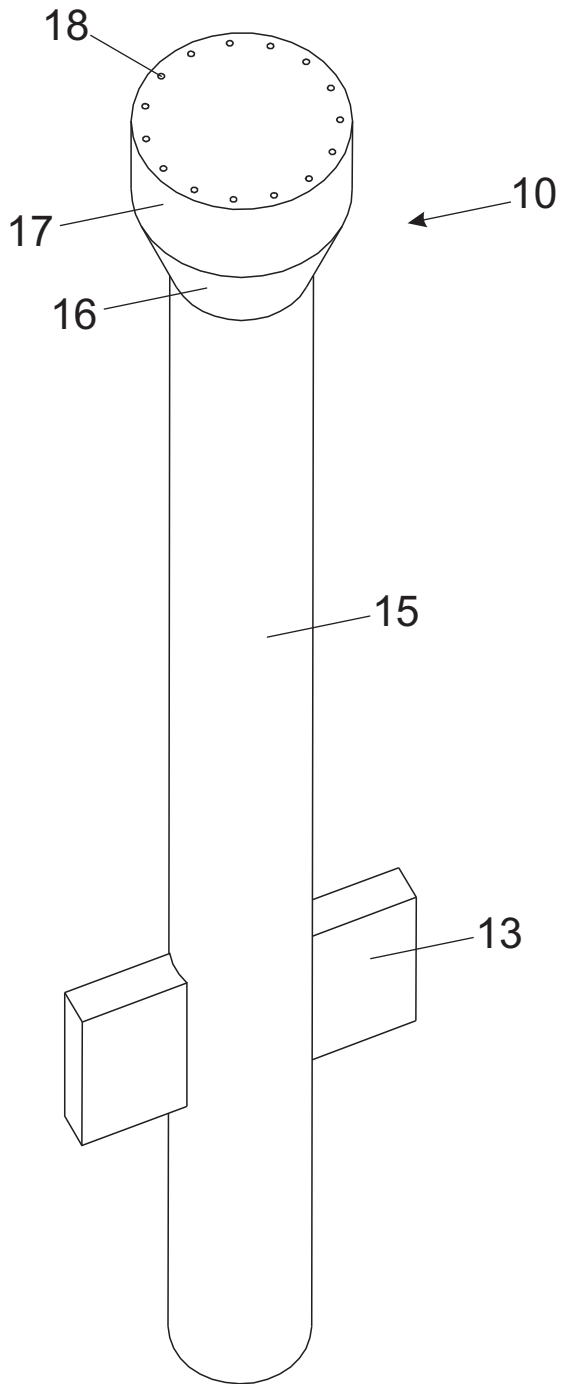


Fig. 4A

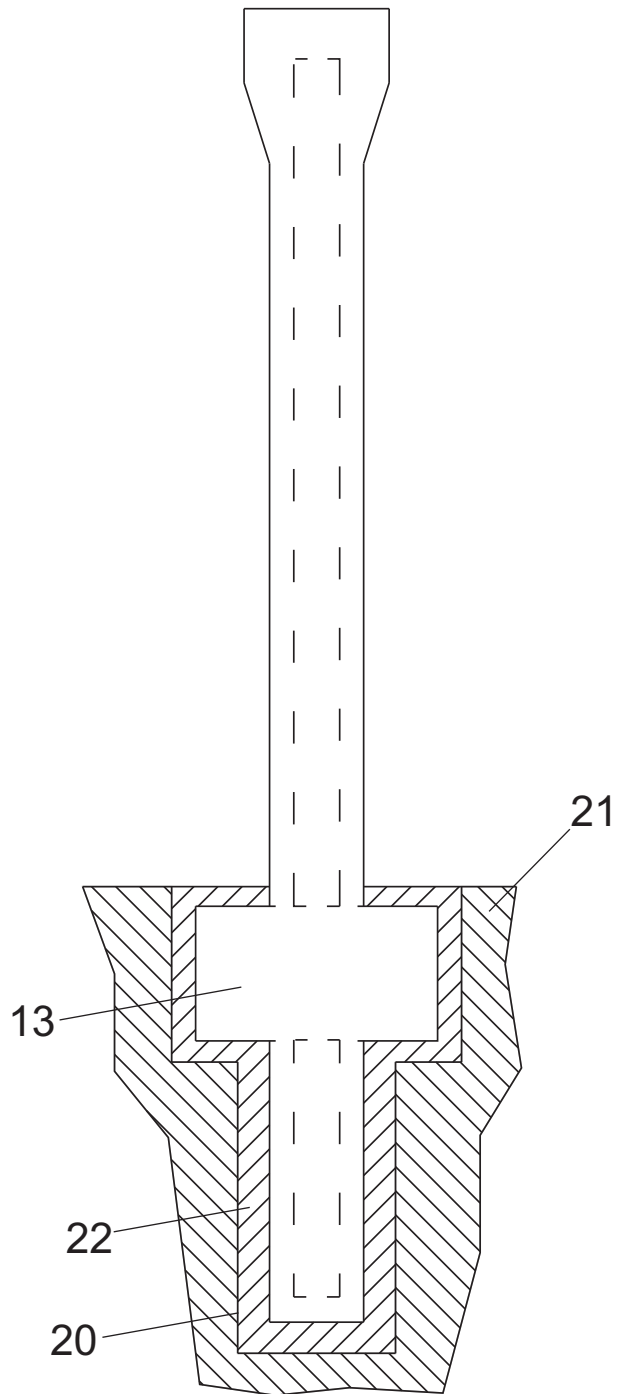


Fig. 4B

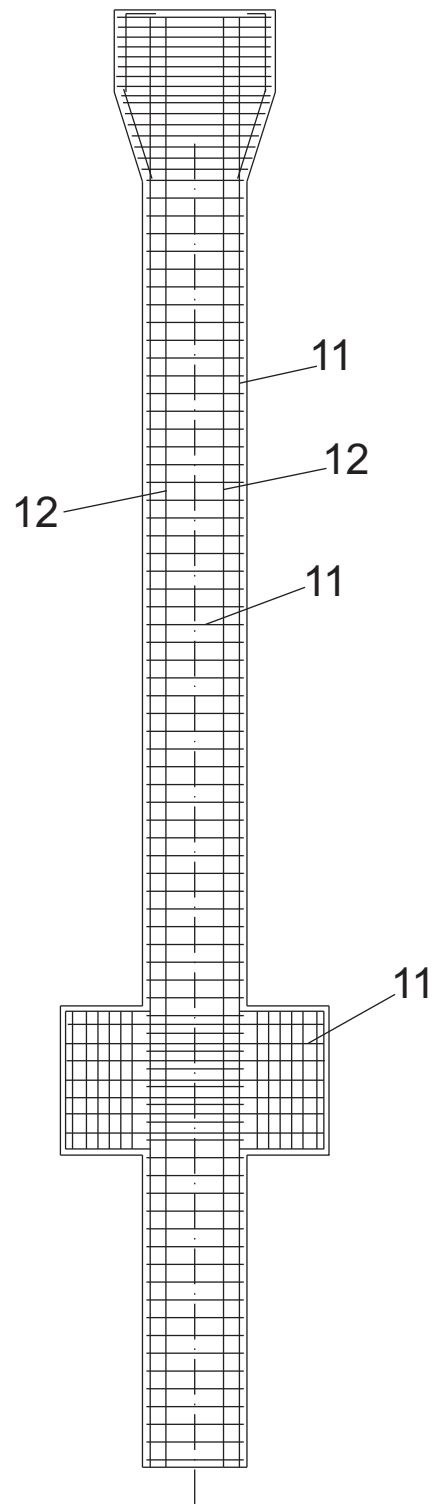


Fig. 4C

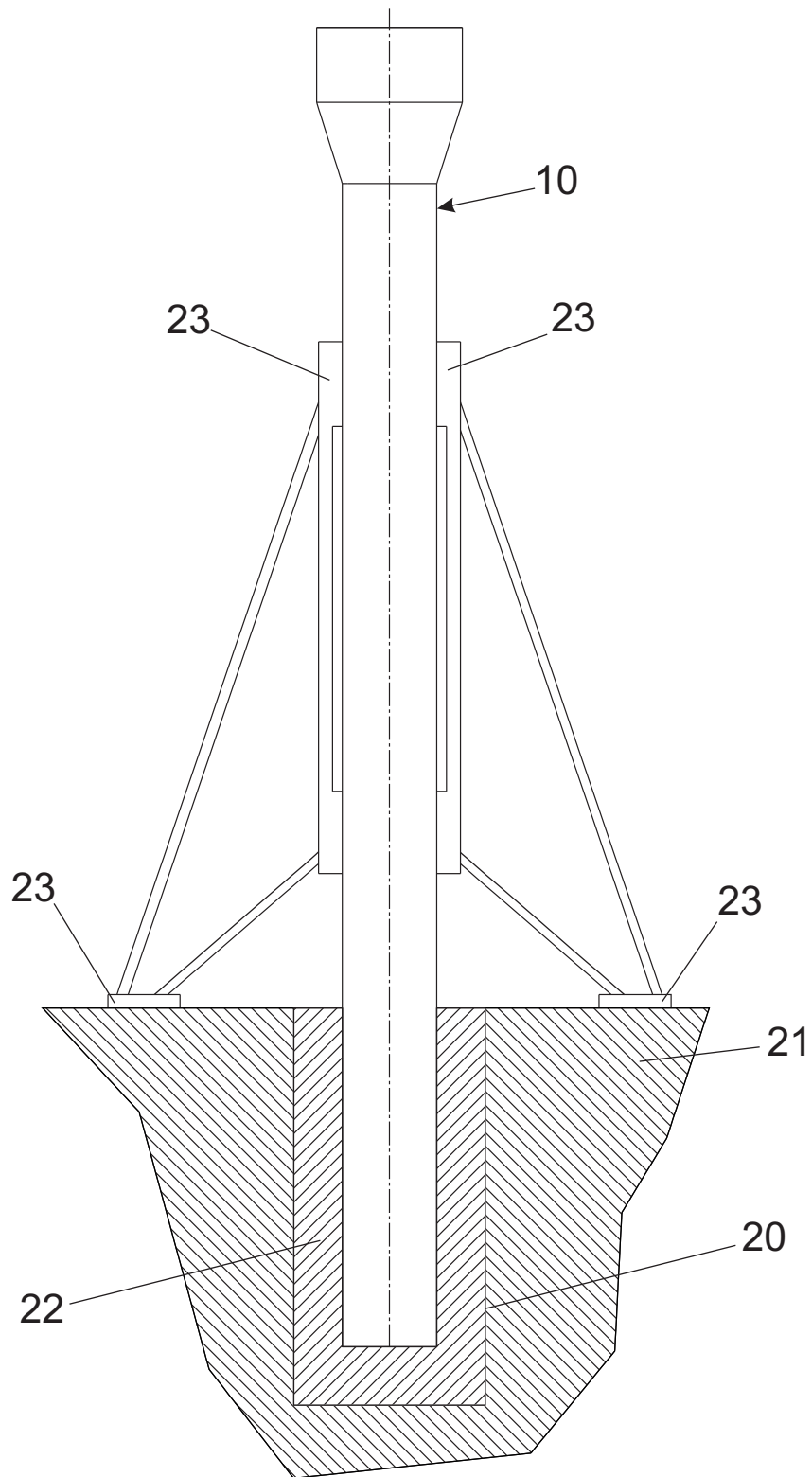


Fig. 5