

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 664 734**

51 Int. Cl.:

E02D 27/00 (2006.01)

E02D 27/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.11.2013 PCT/US2013/070692**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.08.2014 WO14120327**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.11.2013 E 13873398 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.01.2018 EP 2951354**

54 Título: **Cimentación de torre**

30 Prioridad:

29.01.2013 US 201313752897
01.07.2013 US 201313932690

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.04.2018

73 Titular/es:

JOLLY, TONY (100.0%)
3733-1 Westheimer Road
Houston, TX 77027, US

72 Inventor/es:

JOLLY, TONY

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 664 734 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

Cimentación de torre

5 CAMPO DE LA INVENCIÓN

Una cimentación para una torre.

ANTECEDENTES

10

Dominar la energía del viento se ha convertido en una opción cada vez más extendida y aceptable como un medio viable de generar energía eléctrica para usos industriales y de consumo. La captura y conversión a gran escala de la energía eólica exige la colocación de aerogeneradores en una elevación adecuada sobre el suelo para capturar el flujo del viento sin las interferencias y turbulencias causadas por la superficie del terreno. Para conseguir la

15

colocación en esta altura, se usan torres para soportar los aerogeneradores en una elevación adecuada. Las torres están sometidas a vientos intensos que crean fuerzas de tracción en el lado de barlovento de la torre y fuerzas de compresión en el lado de sotavento. Estas fuerzas pueden ser transferidas a la cimentación. Debido a la pequeña capacidad de generación eléctrica de cada aerogenerador individual, normalmente se requieren numerosas torres. Dichas torres son conocidas en general a partir del documento US-2008/0072511-A.

20

RESUMEN

La presente descripción implica el desacoplamiento de la masa necesaria para la cimentación a partir de los componentes estructurales necesarios para resistir las fuerzas de compresión y tracción. La presente descripción

25

incluye una estructura de cimentación hecha de componentes estructurales que comprenden hormigón prefabricado, hormigón moldeado in situ, hormigón armado, hormigón preesforzado, hormigón pretensado y hormigón postensado, u otros materiales para resistir las fuerzas esperadas transferidas desde la torre. En condiciones apropiadas del terreno, esta estructura de cimentación puede cubrirse con materiales no de cimentación o relleno de cualquier tipo con el fin de proporcionar la masa requerida para estabilizar la cimentación y la torre. Evitando el uso de hormigón,

30

como material de relleno, para proporcionar la masa se reduce el coste y la huella de carbono de la torre. El relleno puede ser suelo o agregado local del lugar de la torre, lo que aumenta la eficiencia operativa. Una realización de la presente descripción puede incluir una estructura de cimentación, que es prefabricada o que se ensambla fácilmente a partir de un kit.

35

En una realización, la estructura de cimentación para una torre incluye una pluralidad de elementos estructurales. Cada uno de los elementos estructurales comprende hormigón prefabricado, hormigón moldeado in situ, hormigón armado, hormigón preesforzado, hormigón pretensado y hormigón postensado, u otros materiales donde cada uno de los elementos estructurales comprende un elemento de base. El elemento de base de cada elemento estructural está acoplado con el elemento de base de un elemento estructural adyacente para formar una base para la

40

estructura de cimentación. La estructura de cimentación incluye además un fuste central. Un primer extremo de cada uno de los elementos estructurales está acoplado con el fuste central. El fuste central tiene un diámetro que se corresponde con una torre para su montaje sobre la estructura de cimentación. La estructura de cimentación está colocada en el interior de un pozo y cubierta con un volumen suficiente de un relleno en particular de manera que una torre acoplada con el fuste central se mantiene en su posición por el relleno.

45

Cada uno de los elementos estructurales comprende una superficie superior. Al menos una parte de la superficie superior comprende un canal para recibir el relleno. Al menos una parte del canal se extiende por toda la longitud del elemento estructural. Se define un vacío entre cada elemento estructural adyacente. El vacío está configurado para recibir el relleno.

50

La base puede acoplarse con una solera. La solera comprende un material de resistencia y espesor suficientes para soportar al menos el peso del volumen umbral del relleno. La solera comprende una solera de acero y/u hormigón.

55

La estructura de cimentación comprende además un elemento de fijación situado en la parte superior del fuste central. El elemento de fijación conecta la estructura de cimentación a la base de la torre.

Los elementos estructurales están acoplados al fuste central por al menos uno de entre el grupo que consiste en pernos, postes, soldaduras, lechadas y/o elementos de recepción fileteados. Los elementos estructurales comprenden además una pluralidad de soleras de acero y/u hormigón.

60

La estructura de cimentación comprende además uno o más sensores. El uno o más sensores comprenden además sensores de tensión mecánica, sensores de fatiga y/o sensores de corrosión.

- 5 En otra realización, la cimentación de torre comprende: la estructura de cimentación expuesta anteriormente, colocada en el interior de un pozo excavado; y un volumen de relleno de manera que el peso del volumen de relleno es suficiente para contrarrestar una carga de tracción esperada transferida a la estructura de cimentación desde la torre. La profundidad del pozo excavado es suficiente para contener la estructura de cimentación con una parte superior de la estructura de cimentación situada en el interior de más o menos 3 pies de la superficie del suelo.
- 10 En otra realización, un procedimiento de formación de una cimentación para una torre comprende: la colocación de la estructura de cimentación en un pozo excavado, y la cubierta de la estructura de cimentación con material de relleno no de cimentación. La estructura de cimentación es prefabricada. El procedimiento comprende además la construcción de la estructura de cimentación en el pozo excavado.

15 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

- Para comprender en detalle las características indicadas anteriormente de la presente invención, puede ofrecerse una descripción más en particular de la invención, resumida brevemente con anterioridad, con referencia a realizaciones, algunas de las cuales se ilustran en los dibujos adjuntos. Sin embargo, debe observarse que los dibujos adjuntos ilustran sólo realizaciones típicas de la presente invención y por tanto no se consideran limitativos de su alcance, ya que la invención puede admitir otras realizaciones igualmente eficaces.
- 20

La FIG. 1 es una vista en planta de una estructura de cimentación de acuerdo con una realización de la invención.

- 25 La FIG. 2 es una vista en sección transversal de un elemento estructural de acuerdo con una realización de la invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

- 30 El procedimiento típico de construcción de cimentaciones para las torres de aerogeneradores implica la colada de una base de hormigón para soportar cada una de las torres. El hormigón se vierte en una pluralidad de formas que contienen toneladas de barras de refuerzo. Para ello se requiere realizar la cimentación en el lugar de construcción donde está sujeta a las condiciones meteorológicas, la disponibilidad del personal y otros factores que pueden producir retrasos. Dado que la construcción de las cimentaciones está situada a menudo en el camino crítico del proyecto, cualquier retraso puede incidir en la terminación del proyecto y tener consecuencias financieras negativas considerables.
- 35

- Los costes y la logística del transporte del hormigón son elevados, y los aerogeneradores se instalan a menudo en zonas remotas donde tal vez no se disponga de fuentes locales de hormigón. La construcción de las cimentaciones de las torres suele realizarse estableciendo una planta de fabricación de cemento en el lugar de construcción. Este procedimiento de cimentación de construcción de torres requiere todavía el transporte de grandes cantidades de agua, cemento seco y barras de refuerzo al lugar, lo que incrementa los costes de construcción.
- 40

- Una vez construida, es muy difícil inspeccionar el interior de la cimentación y determinar si se está produciendo algún daño por fatiga o corrosión. Al término del proyecto, resulta difícil y costoso retirar las cimentaciones de hormigón. Si se deja la cimentación en el lugar, se le asocian requisitos legales de exposiciones permanentes y de vigilancia del lugar. En las cimentaciones típicas se requiere una masa sustancial de hormigón (armado con barras de refuerzo) para estabilizar la torre frente a las fuerzas de levantamiento que proceden de las cargas transferidas desde la torre a la cimentación. El hormigón tiene una huella de carbono importante, que además puede ser perjudicial para el medio ambiente.
- 45
- 50

- La cimentación para la torre es una forma de agrupar la masa y/o la fuerza en la base de la torre y de usar elementos estructurales para transferir fuerzas entre la masa y la torre. En las realizaciones de la presente descripción, la masa no está restringida por un contenedor, tal como un depósito de almacenamiento, que forme parte de la cimentación. En su lugar, en condiciones apropiadas del terreno, puede enterrarse una estructura de cimentación en el suelo y el propio suelo/relleno restringe la masa en la base de la cimentación e impide que se desplace. Tal como se usa en la presente memoria, el término suelo incluye cualquier material de relleno, y preferentemente, material de relleno no de cimentación que puede proporcionar lastre de masa para la cimentación. El relleno puede obtenerse localmente en el lugar de construcción o a partir del propio lugar de construcción. En algunos casos, el relleno puede obtenerse como un subproducto de la construcción en sí.
- 55
- 60

La presente invención se refiere a un sistema para construir una cimentación para una torre in situ a partir de elementos estructurales prefabricados que comprenden un material, comprendiendo el material hormigón con varias implementaciones posibles, que incluyen hormigón prefabricado, moldeado in situ, armado, preesforzado, pretensado y postensado. Para construir la cimentación de la torre, se excava un pozo por debajo de la superficie del suelo y la estructura de cimentación se ensambla dentro del pozo a partir de piezas prefabricadas o se coloca en el pozo preensamblada.

En referencia a las **FIG. 1 y 2**, en condiciones apropiadas del terreno, la estructura de cimentación (100) puede estar enterrada o colocada en un pozo excavado y cubierta con un volumen suficiente de relleno (125). El relleno (125) proporciona la resistencia estructural para estabilizar la estructura de cimentación (100) con una torre (no mostrada) montada en la misma. La estructura de cimentación (100) incluye una pluralidad de elementos estructurales (110). Cada elemento estructural (110) comprende un material, que incluye hormigón con varias implementaciones posibles, tales como prefabricado, moldeado in situ, armado, preesforzado, pretensado y postensado, de resistencia y espesor suficientes para soportar al menos el peso del volumen umbral del relleno (125). Cada elemento estructural (110) incluye un elemento de base (205). El elemento de base (205) de un primer elemento estructural (110) puede acoplarse con el elemento de base de un segundo elemento estructural y así sucesivamente para formar una base entrelazada (120) para la estructura de cimentación (100). Un primer extremo (112a) de cada elemento estructural (110) puede acoplarse con un fuste central (105). El relleno (125) restringe la masa en la base (120) de la estructura de cimentación (100) e impide que se desplace.

El fuste central (105) puede ser de un diámetro suficientemente grande para que se corresponda con la torre para su montaje sobre la estructura de cimentación (100) y suficientemente largo para extenderse a toda la profundidad de la estructura de cimentación (100). Un elemento de fijación (130) puede estar situado en la parte superior del fuste central (105) para establecer la conexión entre la estructura de cimentación (100) y la base de la torre. Puede usarse cualquier procedimiento o combinación de procedimientos adecuados para fijar la torre a la cimentación, lo que incluye pero no se limita a pernos, postes, soldaduras, lechadas y/o elementos de recepción fileteados. El primer extremo, por ejemplo (112a), de cada elemento estructural (110) puede acoplarse con el fuste central (105) mediante pernos, postes, soldaduras, lechadas, elementos de recepción fileteados, y así sucesivamente. Los elementos estructurales (110) pueden transferir cargas de compresión y cargas de tracción desde el fuste central (100) a la base (120).

El elemento estructural (110) puede comprender un material, incluido hormigón con varias implementaciones posibles, que incluyen hormigón prefabricado, moldeado in situ, armado, preesforzado, pretensado y postensado. El primer extremo (112a) del elemento estructural (110) puede acoplarse con el fuste central (105). Un segundo extremo (112b) del elemento estructural (110), opuesto al primer extremo (112a), puede extenderse hacia el exterior. El elemento estructural (110) puede tener una superficie superior (207) sustancialmente curva o arqueada. Al menos una parte de la superficie superior (207) puede incluir un canal (209). Al menos una parte del canal (209) puede extenderse sustancialmente en toda la longitud del elemento estructural (110). El relleno (125) puede colocarse en el canal (209).

En algunas realizaciones, la base (120) puede acoplarse con una solera de refuerzo (no mostrada). La solera puede estar hecha de cualquier material adecuado, tal como acero u hormigón, que pueda soportar el peso de una torre. Cada elemento estructural (110) puede extenderse radialmente a lo largo del diámetro de la solera. Tal como se describe anteriormente, estos elementos estructurales (110) pueden estar hechos de hormigón con varias implementaciones posibles, que incluyen hormigón prefabricado, moldeado in situ, armado, preesforzado, pretensado y postensado, soleras de acero, barras, vigas en doble T u otro material adecuado y pueden colocarse en diversas cantidades, agrupaciones y separación dependiendo del tamaño requerido de la cimentación. En algunas implementaciones, el fuste central (105) no está conectado directamente con la solera. En algunas realizaciones, la solera varía en tres dimensiones (por ejemplo, una forma de cuenca).

Los vacíos (114) pueden definirse entre elementos estructurales adyacentes. Por ejemplo, se forma un vacío (114) entre elementos estructurales adyacentes (110a) y (110b). Los vacíos (114) se configuran de manera que reciban relleno (125).

El material usado para preparar la estructura de cimentación (100) puede estar determinado por el uso y las condiciones que rodean a la torre. En algunos aspectos, los componentes de la estructura de cimentación (100) comprenden acero, tal como acero al carbono o acero inoxidable. Por ejemplo, los elementos estructurales (110) pueden comprender soleras de acero, barras, vigas, hormigón con varias implementaciones posibles, que incluyen hormigón prefabricado, moldeado in situ, armado, preesforzado, pretensado y postensado. Pueden aplicarse

recubrimientos protectores para prevenir la corrosión. Pueden usarse otros materiales en conjunción con el acero. Por ejemplo, en un lugar con gran cantidad de humedad en el suelo para complementar el acero puede elegirse un material que no se oxide y que sea resistente a los daños por el agua, tal como hormigón o fibra de vidrio. El material usado para construir la estructura de cimentación (100) puede ser cualquier combinación de materiales que incluyen, pero no se limitan a, un metal, hormigón, un material compuesto (por ejemplo, estructuras de carbono), una cerámica o un plástico. El relleno (125) puede ser cualquier material de partículas, tal como, por ejemplo, suelo o agregado que sirve como lastre.

La estructura de cimentación (100) puede incluir cualquier número de sensores (140) adaptados para detectar condiciones de y en el interior de la cimentación. Los sensores (140) pueden colocarse dentro de la estructura de cimentación (100). Por ejemplo, uno o más sensores (140) pueden colocarse en el interior de la estructura de cimentación (100) con el fin de detectar el estado del relleno (125) y/o el material usado para construir la estructura de cimentación (100). Además, uno o más sensores (142) pueden colocarse en el exterior de la estructura de cimentación (100) con el fin de detectar el estado del relleno/suelo (125) que rodea a la estructura de cimentación (100) y/o el material usado para construir la estructura de cimentación (100). Los sensores (140) pueden colocarse en contacto con partes de elementos estructurales (110) proclives a altas tensiones. Los sensores (140) y (142) pueden incluir, pero no se limitan a, un sensor de tensión mecánica, un sensor de fatiga, un sensor de humedad y un sensor de corrosión (por ejemplo, sensores de potencial eléctrico catódico, etc.). La estructura de cimentación (100) puede incluir también un sistema de protección catódica (no mostrado) acoplado a la estructura de cimentación (100).

Una vez colocada la estructura de cimentación (100) (por ejemplo, en el pozo excavado), puede colocarse una cantidad suficiente del relleno (125) sobre los elementos estructurales (110) de manera que la estructura de cimentación (100) está cubierta sustancial o completamente por el relleno (125). En una o más realizaciones, los vacíos (114) puede rellenarse con el relleno (125). El relleno (125) también puede colocarse en el interior del canal (209). En una o más realizaciones, el relleno (125) puede colocarse en los vacíos (114) o en el surco (112a). La cantidad de relleno (125) es suficiente para proporcionar masa y lastre para la estructura de cimentación (100). El relleno (125) puede tener una determinada densidad media de manera que el peso del volumen de relleno (125) sea suficiente para contrarrestar las fuerzas de levantamiento esperadas basadas en la tensión, tales como las resultantes de vientos intensos en la torre acoplada a la estructura de cimentación (100).

Estas fuerzas de levantamiento esperadas basadas en la tensión están en función de la altura de la torre que se montará y también de las características aerodinámicas de la forma particular de la torre además del tamaño y la forma del generador del aerogenerador planeado y de la barquilla para su montaje sobre la torre. Las estimaciones de las fuerzas de tracción para la torre pueden calcularse de acuerdo con la altura y el diseño general. A continuación puede calcularse el peso del relleno (125) requerido para contrarrestar las estimaciones de las fuerzas de tracción. En un ejemplo, el peso del relleno (125) se establece como igual al peso de la torre.

El relleno (125) puede estar formado, al menos parcialmente, por materiales locales. Los materiales locales pueden proceder de la excavación del pozo en la que se coloca la estructura de cimentación. El tipo de relleno (125) usado dependerá por tanto de la geología local del lugar de construcción. Si el lugar tiene un sustrato rocoso, el relleno (125) puede consistir en un agregado, que puede limpiarse y acondicionarse antes de la colocación en la cimentación. Si el lugar tiene un sustrato predominantemente de tierra, el relleno (125) consiste en tierras locales. Análogamente, los sustratos mixtos pueden producir el relleno (125) que comprende mezcla de roca y tierra. Este sustrato mixto puede limpiarse y acondicionarse antes de su uso. Se observará que el relleno (125) puede elegirse entre una variedad de materiales posibles que depende del tipo de sustrato presente en el lugar de construcción.

Aunque las cimentaciones tradicionales existentes se dejan normalmente en el terreno después de la puesta fuera de servicio de un lugar, los aspectos de la presente invención descritos en la presente memoria permiten una fácil limpieza y puesta fuera de servicio del lugar debido a que la estructura de cimentación puede retirarse de forma económicamente rentable. En algunos aspectos, la estructura de cimentación puede reutilizarse en otro lugar. La facilidad de retirada proporcionada por los aspectos de la invención permite una evaluación precisa de la energía eólica disponible al proporcionar una solución económicamente rentable para instalar una torre y un aerogenerador de tamaño completo en el lugar antes de la construcción a plena escala y la retirada económicamente rentable de la torre y la cimentación y el rendimiento del aerogenerador muestra que el viento disponible no es adecuado para una producción de energía a escala completa.

En otra realización, la invención comprende un procedimiento para construir una cimentación para una torre. La cimentación se construye excavando un pozo de un tamaño suficiente para contener la estructura de cimentación (100). En algunas realizaciones, la profundidad del pozo excavado es suficiente para contener la estructura de

cimentación (100) con una parte superior de la estructura de cimentación (100) situada en el interior de más o menos 3 pies de la superficie del suelo. El terraplenado de la excavación puede reservarse. En una realización, se ensambla una estructura de cimentación (100), tal como se describe anteriormente, dentro del pozo excavado a partir de un kit que incluye piezas prefabricadas. En otra realización, la estructura de cimentación (100), tal como la anterior, se coloca en el pozo al menos parcialmente preensamblada. La estructura de cimentación (100) parcialmente (o totalmente) preensamblada puede fabricarse de antemano en un lugar distante para su transporte al lugar de construcción, eliminando la fabricación de estos elementos del camino crítico del proyecto. En algunas implementaciones (en lugares de construcción con terreno rocoso o suelos de tipo caliche, por ejemplo), la estructura de cimentación (100) se coloca sobre un terreno nivelado sin realizar excavación. Al evitar la excavación se reducen los costes, sobre todo en zonas en que la excavación es problemática.

Puede usarse cualquier procedimiento o combinación de procedimientos adecuados para fijar los componentes de la cimentación, lo que incluye pero no se limita a pernos, postes, soldadura, lechadas y/o elementos de recepción fileteados. En una realización, en referencia a la **FIG. 2**, el elemento de base (205) de cada elemento estructural (110) puede incluir un surco (210) en un primer extremo y una cresta (no mostrada) en un segundo extremo. Cuando se ponen en contacto las bases de dos elementos estructurales, el surco en un primer elemento estructural puede corresponderse de forma desprendible con la cresta del segundo elemento estructural y así sucesivamente para formar la base (120). En una realización, las piezas prefabricadas de la estructura de cimentación (100) se ajustan entre sí dentro del pozo excavado o en la parte superior del terreno nivelado en el lugar y se conectan empernando las piezas entre sí con elementos de fijación fileteados del tamaño adecuado.

La construcción de la cimentación continúa cubriendo los elementos estructurales (110) con un volumen de relleno (125) para proporcionar la masa y el lastre para estabilizar la cimentación y la estructura (tal como una torre) que se levantarán sobre la cimentación. El volumen de relleno (125) puede ser suficiente para contrarrestar las fuerzas de levantamiento esperadas ejercidas por vientos u otras fuerzas. La estructura de cimentación (100) puede rellenarse con el terraplenado reservado del procedimiento de excavación.

La construcción de la cimentación de acuerdo con los aspectos de la invención puede llevar poco tiempo tal como dos días, a diferencia de los procedimientos anteriores de construcción de torres en los que la inclusión de las barras de refuerzo para la cimentación de hormigón puede llevar semanas. Al reducir la ventana de la construcción, se reducen los retardos por causas meteorológicas. Además, se elimina el impacto del frío, la lluvia y el calor en relación con la colada y el curado del cemento. La prefabricación de los elementos de cimentación también abarata los costes al reducir la dimensión de la fuerza laboral requerida en el lugar.

Los aspectos de la presente invención incluyen un kit de estructura de cimentación de torre. El kit de estructura de cimentación incluye componentes para construir la estructura de cimentación expuesta en la presente memoria. Los componentes pueden estar empaquetados en configuraciones para ahorrar espacio o de fácil manipulación de cara a su almacenamiento y expedición. El kit incluye el fuste central (105), y una pluralidad de elementos estructurales (110) comprenden un material, que incluye hormigón con varias implementaciones posibles, que incluyen hormigón prefabricado, moldeado in situ, armado, preesforzado, pretensado y postensado.

Debe entenderse que los conceptos de la invención descritos en la presente memoria pueden ser objeto de muchas modificaciones. Se contempla específicamente que el alcance de la presente invención incluye elementos estructurales distintos de los hechos de hormigón, tales como elementos estructurales hechos de materiales poliméricos, materiales compuestos, laminados, hormigón con espuma y otros materiales estructurales reforzados y no reforzados.

REIVINDICACIONES

1. Una estructura de cimentación para una torre que comprende:
- 5 una pluralidad de elementos estructurales, donde cada uno de los elementos estructurales comprende un material, estando el material seleccionado de entre el grupo que consiste en:
- hormigón, hormigón prefabricado, hormigón moldeado in situ, hormigón armado, hormigón preesforzado, hormigón pretensado y hormigón postensado,
- 10 donde cada uno de los elementos estructurales comprende un elemento de base, y
- donde el elemento de base de cada elemento estructural está acoplado con el elemento de base de un elemento estructural adyacente para formar una base para la estructura de cimentación; y
- 15 un fuste central, donde un primer extremo de cada uno de los elementos estructurales está acoplado con el fuste central, y donde el fuste central tiene un diámetro que se corresponde con una torre para su montaje sobre la estructura de cimentación, y
- 20 donde la estructura de cimentación está colocada en el interior de un pozo, y
- donde la estructura de cimentación está cubierta con un volumen suficiente de un relleno en particular de manera que una torre acoplada con el fuste central se mantiene en su posición por el relleno, **caracterizada porque**
- 25 cada uno de los elementos estructurales comprende una superficie superior, y donde al menos una parte de la superficie superior incluye un canal para recibir el relleno, y
- donde al menos una parte del canal se extiende por toda la longitud del elemento estructural.
- 30 2. La estructura de cimentación de acuerdo con la reivindicación 1, donde se define un vacío entre cada elemento estructural adyacente, y donde el relleno es recibido en el vacío.
3. La estructura de cimentación de acuerdo con la reivindicación 1, donde el volumen suficiente del relleno es al menos un volumen umbral, comprendiendo el volumen umbral un volumen de un relleno en particular
- 35 de una determinada densidad media de manera que el peso del volumen de relleno en particular es suficiente para contrarrestar fuerzas de levantamiento esperadas basadas en la tensión en la torre.
4. La estructura de cimentación de acuerdo con la reivindicación 1, donde la base está acoplada con una solera, donde la solera comprende un material de resistencia y espesor suficientes para soportar al menos el peso
- 40 del volumen umbral del relleno.
5. La estructura de cimentación de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además un elemento de fijación situado en la parte superior del fuste central, de manera que el elemento de fijación conecta la estructura de cimentación con la base de la torre.
- 45 6. La estructura de cimentación de acuerdo con la reivindicación 1, donde los elementos estructurales están acoplados al fuste central por al menos uno de entre el grupo que consiste en pernos, postes, soldaduras, lechadas y/o elementos de recepción fileteados.
- 50 7. La estructura de cimentación de acuerdo con la reivindicación 4, donde la solera comprende una solera de acero y/u hormigón.
8. La estructura de cimentación de acuerdo con la reivindicación 1, donde los elementos estructurales comprenden además una pluralidad de soleras de acero y/u hormigón.
- 55 9. La estructura de cimentación de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además uno o más sensores, donde el uno o más sensores comprenden sensores de tensión mecánica, sensores de fatiga y/o sensores de corrosión.
- 60 10. Una cimentación de torre que comprende:

la estructura de cimentación de acuerdo con la reivindicación 1, colocada en el interior de un pozo excavado; y

5 un volumen de relleno de manera que el peso del volumen de relleno es suficiente para contrarrestar una carga de tracción esperada transferida a la estructura de cimentación desde la torre.

11. La cimentación de acuerdo con la reivindicación 10, donde la profundidad del pozo excavado es suficiente para contener la estructura de cimentación con una parte superior de la estructura de cimentación situada en el interior de más o menos 3 pies de la superficie del suelo.

10

12. Un procedimiento de formación de una cimentación para una torre, que comprende:

colocación de la estructura de cimentación de acuerdo con la reivindicación 1 en un pozo excavado, y cubierta de la estructura de cimentación con material de relleno no de cimentación.

15

13. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 12, donde la estructura de cimentación es prefabricada.

14. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 12, que comprende además la construcción de la estructura de cimentación en el pozo excavado.

20

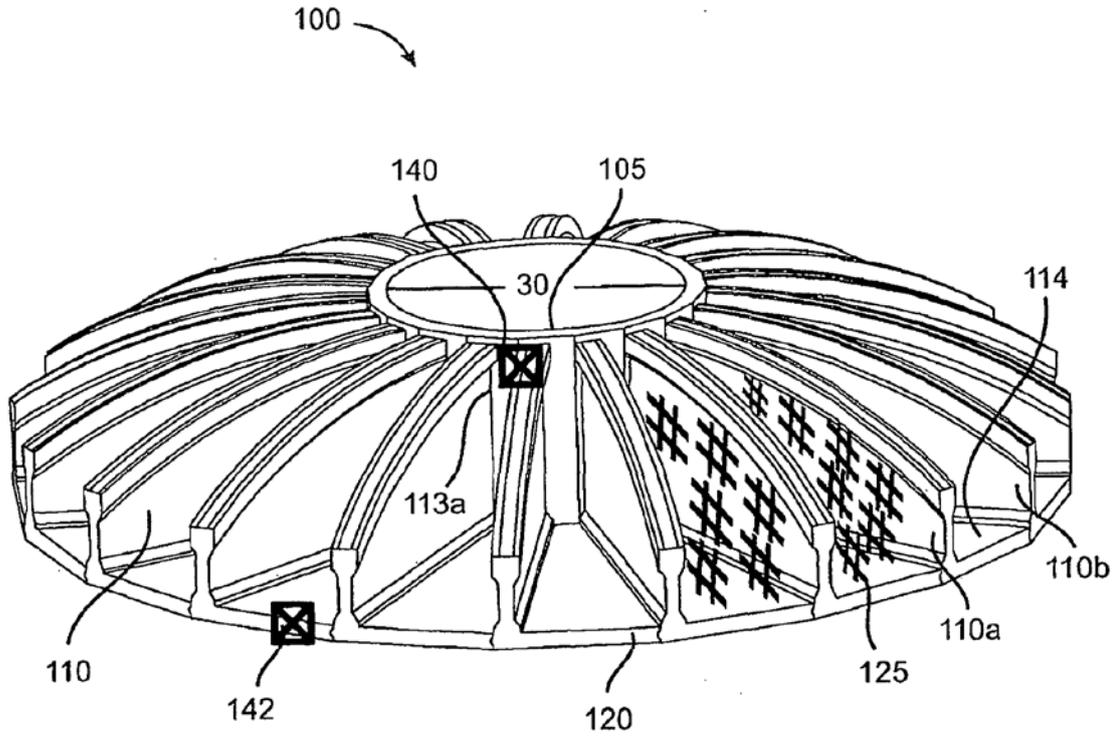


FIG. 1

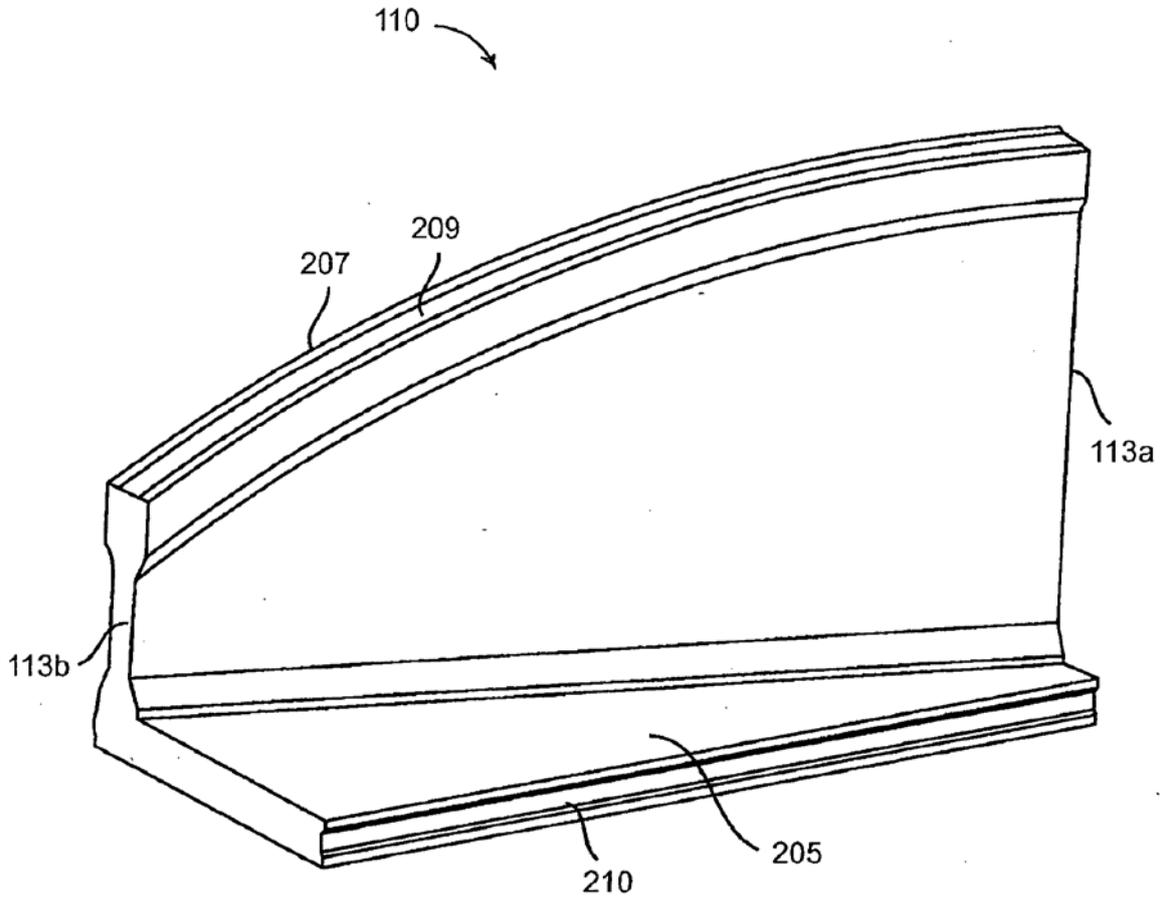


FIG. 2