(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 611 774**

(21) Número de solicitud: 201531439

(51) Int. Cl.:

E04H 12/12 (2006.01)

(12) SOLICITUD DE PATENTE A1

(22) Fecha de presentación:

07.10.2015

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

10.05.2017

(56) Se remite a la solicitud internacional:

PCT/ES2016/070706

(71) Solicitantes:

INGECID INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE PROYECTOS, S.L. (100.0%)
Bº RUBÓ S/N
39478 BOO DE PIÉLAGOS (Cantabria) ES

(72) Inventor/es:

RICO ARENAL, Jokn

(74) Agente/Representante:

GARCÍA GÓMEZ, José Donato

(54) Título: **TORRE DE HORMIGÓN Y DISPOSITIVO DE ENCOFRADO TREPANTE O AUTO-TREPANTE PARA SU CONSTRUCCIÓN "IN SITU".**

(57) Resumen:

Torre de hormigón y dispositivo de encofrado trepante o auto-trepante para su construcción "in situ".

La torre, aplicable en la instalación de aerogeneradores, comprende: un extremo inferior (11) que presenta una configuración general poligonal constituida por unas caras planas (12) y unas porciones cilíndricas (13) dispuestas entre caras planas (12) consecutivas; presentando las caras planas (12) una anchura decreciente en sentido ascendente a lo largo de la torre (1), y las porciones cilíndricas (13) una forma invariable a lo largo toda de la torre (1); presentando la torre (1) en su extremo superior (11) un contorno circular, constituido por las porciones cilíndricas (13) que mantienen una forma invariable a lo largo de la torre (1). La invención incluye un dispositivo de encofrado trepante para la construcción de la torre.

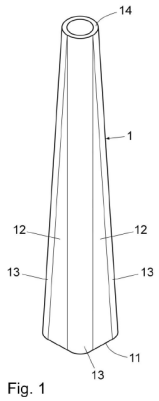

Fig. 1

ES 2 611 774 A1

DESCRIPCIÓN

TORRE DE HORMIGÓN Y DISPOSITIVO DE ENCOFRADO TREPANTE O AUTO-TREPANTE PARA SU CONSTRUCCIÓN "IN SITU".

Objeto de la invención.

El objeto de esta invención es una torre de hormigón y un dispositivo de encofrado trepante o auto-trepante para su construcción "in situ".

La torre en cuestión, realizada con el dispositivo de encofrado, presenta un cuerpo hueco de hormigón de sección variable en dirección vertical; con la particularidad de que el encofrado de cada tramo de torre coincide totalmente con el encofrado del tramo inmediato inferior de la torre, construido anteriormente, variando únicamente en cada tramo inmediato superior de encofrado el número de piezas usadas en la configuración del tramo inferior, proporcionando una torre de geometría variable y cambiante desde una sección poligonal inferior (que combina superficies planas y superficies curvas) a una sección exclusivamente curva en el extremo superior de la torre.

Campo de aplicación de la invención.

Esta invención es aplicable en la construcción de torres de hormigón y, preferentemente, aunque no de forma limitativa, de torres para la instalación de aerogeneradores, que requieren en su parte superior una sección circular en donde se acopla el aerogenerador mediante una pieza de transición.

Estado de la técnica.

En la construcción de torres de hormigón de sección variable, torres cónicas, por ejemplo, se necesita el uso de diferentes paneles de encofrado para cubrir la totalidad de la torre a construir y posteriormente verter el hormigón, quedando la torre con esta forma. Pero en grandes alturas lo que se hace es realizar la construcción mediante sucesivos tramos; se realiza el encofrado de un tramo, se vierte el hormigón, y se pasa a encofrar un segundo tramo, obligando a cambiar en

cada trepa la curvatura del encofrado, operación costosa, y repitiendo este proceso hasta finalizar la altura de la torre.

Existen en el mercado unos paneles de encofrado de curvatura ajustable, que permiten ajustar su curvatura antes de realizar su ensamblaje y fijación; sin embargo, este ajuste resulta muy complicado, especialmente cuando alguno de los paneles ha sufrido alguna deformación.

Del mismo solicitante es la patente nacional ES2 404 781 que muestra un sistema y método constructivo de una torre de hormigón así como la torre obtenida. Esa torre de hormigón armado o pretensado está dividida en varias caras, número de caras que puede ser variable, siendo dichas caras curvas, desde la base hasta la mayor altura; por ejemplo, puede presentar una base cuadrada con caras curvas para finalizar el tramo de lo alto de la torre con las mismas cuatro caras con caras curvas pero sección de menor dimensión.

Para construir los sucesivos tramos de esa torre utiliza también la técnica de trepa que consiste en desinstalar los paneles de encofrado de alturas inferiores e instalarlos en una posición inmediatamente superior para realizar el encofrado de esta nueva cota y construir un nuevo tramo.

El problema en esa torre son las esquinas que presentan un ángulo variable con la altura lo que implica una pequeña holgura entre las caras anexas del encofrado, al estar formadas las caras por la intersección de "n" superficies cilíndricas que definen "N" caras de la torre de hormigón. Holgura que en una torre de hormigón puede ser absorbida manteniendo la funcionalidad de la estructura.

Otro antecedente es el expediente internacional de VESTAS WIND SYSTEMS, WO 2004/083633, que detalla un método de construcción de torres para aerogeneradores. Se crea la torre en esa patente mediante tramos que se configuran por la unión de dos o tres placas curvadas; cada tramo va reduciendo su sección hasta completar una torre con forma cónica. Difiere de la patente que se presenta pues es una estructura metálica de piezas prefabricadas. Para la construcción de una torre que se configura mediante la unión de las piezas creadas en fábrica y ensambladas en obra. Este antecedente presenta el inconveniente de

tener que resolver el problema constante que supone el ensamblaje de las piezas al generarse juntas tanto verticales como horizontales, pues son piezas prefabricadas.

Descripción de la invención.

La presente invención hace referencia a una torre de hormigón realizada "in situ" y a un dispositivo de encofrado adecuado para la formación de sucesivos tramos de encofrado aplicables en la construcción por secciones o tramos de dicha torre con hormigón armado o postesado mediante la técnica de trepado o auto-trepado. Esta invención presenta unas características orientadas a resolver la problemática expuesta y evitar la existencia de holguras entre las caras anexas del encofrado, y a proporcionar una superficie uniforme en toda la superficie exterior de la torre de hormigón.

Esta torre de la invención, al ser realizada "in situ", no presenta ningún tipo de junta que sea necesario tratar. Procediéndose a verter nuevo hormigón sobre la tongada anterior.

De acuerdo con la invención, esta torre de hormigón comprende en un extremo inferior una configuración general poligonal, constituida por unas caras planas y unas porciones cilíndricas dispuestas entre las caras planas consecutivas, presentando las caras planas una anchura decreciente en sentido ascendente a lo largo de la torre y las porciones cilíndricas una forma invariable a lo largo de la torre.

Las mencionadas caras planas presentan en sentido ascendente un ancho decreciente, desde un ancho máximo correspondiente al extremo inferior de la torre a un ancho nulo en el extremo superior de la torre; presentando la torre en dicho extremo superior un contorno circular, constituido por las porciones cilíndricas que mantienen una forma invariable a lo largo de la torre.

Con estas características, la torre de hormigón cambia de contorno en dirección vertical, partiendo inferiormente de una forma poligonal con sus vértices circulares y con un extremo superior de contorno circular.

Para la construcción de esta torre de hormigón por tramos, mediante la técnica de trepa o auto-trepa, se ha desarrollado un dispositivo de encofrado trepante, que permite formar el encofrado de sucesivos tramos de torre mediante la utilización de las piezas que lo componen, variando únicamente en cada tramo inmediato superior de encofrado el número de piezas usadas en la configuración del tramo inferior, quitando en cada cara una o varias piezas planas, u originando un solape equivalente.

Este dispositivo de encofrado trepante comprende: - unas piezas esquineras de encofrado para la definición de las porciones cilíndricas de la torre; cuyas piezas esquineras presentan: un extremo superior y un extremo inferior que definen dos planos paralelos, una zona curva orientada longitudinalmente a lo largo de dichas piezas esquineras, presentando dicha zona curva un radio de curvatura constante y una generatriz recta con una inclinación predeterminada respecto a los planos paralelos definidos por los extremos superior e inferior de dichas piezas esquineras; y - unas piezas rectangulares intermedias, que se disponen adosadas lateralmente entre las piezas esquineras y con la misma inclinación que la generatriz de las piezas esquineras, definiendo dichas piezas rectangulares, en sucesivos tramos de encofrado, unas superficies planas correspondientes a las caras planas de la torre.

En una primera realización las piezas esquineras del encofrado presentan en los laterales opuestos de la zona curva unos apéndices planos, de configuración triangular-rectangular, cada uno de dichos apéndices planos presenta una base y una altura de dimensiones coincidentes respectivamente con la mitad de la base y con la altura de las piezas rectangulares, que deben de ser retiradas en cada trepa.

Estos apéndices planos, de configuración triangular – rectangular, definen en los sucesivos tramos o trepas del encofrado una zona de empalme entre las piezas esquineras redondeadas y las piezas rectangulares intermedias.

En una variante de realización del encofrado descrito anteriormente, las piezas esquineras del encofrado presentan en la dirección de la generatriz un ancho constante; es decir, que carecen en sus laterales de las prolongaciones planas de configuración prismática rectangular; lo que permite que dichas piezas esquineras se puedan ir desplazando, sin holguras, y en dirección de la generatriz para definir

en los sucesivos tramos de encofrado las porciones cilíndricas que se extienden a lo largo de la torre y quedan dispuestas entre las caras planas, que tienen un ancho decreciente en sentido ascendente.

En esta variante de realización el encofrado comprende adicionalmente unas piezas planas de configuración triangular-rectangular, que presentan una base y una altura de dimensiones coincidentes respectivamente con la mitad de la base y con la altura de las piezas rectangulares, y que están dispuestas una a cada lateral de las piezas esquineras curvas en el encofrado de cada tramo de torre.

Este sistema permite crear torres de varias caras; en el caso de cuatro caras, se dispone en la base cuatro piezas circulares (un cuarto de circunferencia) que configuran las esquinas del encofrado de esta forma poligonal. Entre cada zona curvada se disponen las piezas planas, que son las que se retirarán, al menos una de ellas por cada cara, en la conformación del siguiente tramo.

Otra ventaja constructiva, es que es ideal para la técnica del encofrado con sistema auto-trepante, sin necesidad de uso de grúas, que consiste en elevar el siguiente nivel de encofrado partiendo del anterior que hemos puesto. Para ello se colocan unos carriles o guías por donde asciende el sistema auto-trepante que consiste en una plataforma que se mueve por las guías (dos o tres en cada una de las caras cilíndricas de la torre) impulsada por un accionamiento hidráulico y/o mecánico.

Este sistema auto-trepante resulta muy sencillo para la construcción de la torre de la invención, ya que se aprovechan las zonas curvadas de la torre para colocar las dos o tres guías del sistema auto-trepante, siguiendo las generatrices del cilindro que forma las esquinas, totalmente rectas en toda la torre en construcción, lo que permite acelerar los procesos de trabajo en obra.

Descripción de las figuras.

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de facilitar la comprensión de las características de la invención, se acompaña a la presente memoria descriptiva un juego de dibujos en los que, con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

- La figura 1 muestra una vista en alzado de un ejemplo de realización de la torre de cuatro caras según la invención.

- La figura 2 muestra una vista en planta superior de la torre de cuatro caras de la figura anterior.

- La figura 3 muestra una vista en perspectiva de las diferentes piezas constitutivas de un ejemplo de realización de un dispositivo de encofrado para la construcción de la torre de cuatro caras de las figuras anteriores.

- Las figuras 4a a 4g muestran esquemáticamente sucesivas fases de construcción de los tres últimos tramos de la torre de hormigón de las figuras 1a y 1b con el dispositivo de encofrado mostrado en la figura 3.

- La figura 5 muestra una vista explosionada en perspectiva de las diferentes piezas constitutivas de una variante de realización del dispositivo de encofrado mostrado en la figura 3 para una torre de cuatro caras.

- La figuras 6 y 7 muestran sendas vistas en alzado y en planta superior de un ejemplo de realización de una torre de tres caras según la invención.

- La figura 8 muestra una variante de realización del encofrado mostrado en la figura 3, adecuado para la construcción de torres de tres caras, representando los tres últimos tramos de encofrado para la construcción de una torre triangular.

Realización preferida de la invención.

Como se puede observar en la figura 1, la torre de hormigón referenciada en su conjunto como (1) comprende un cuerpo hueco de hormigón, de sección variable en dirección vertical, presentado dicha torre un extremo inferior (11) con una configuración poligonal constituida por unas caras planas (12) y unas porciones cilíndricas (13) dispuestas entre caras planas (12) consecutivas.

Las caras planas (12) de la torre presentan una anchura decreciente en sentido ascendente a lo largo de la torre hasta alcanzar un extremo superior (14) en el que

las caras planas (12) tienen un ancho nulo; y las porciones cilíndricas (13), de forma invariable y radio de curvatura constante a lo largo de toda la torre, convergen entre sí proporcionando a dicho extremo superior (14) un contorno circular.

En el ejemplo de realización mostrado en las figuras 3 y 4 se puede observar un dispositivo de encofrado que comprende unas piezas esquineras (2a) de encofrado para la definición de las porciones cilíndricas (13) de la torre (1) y unas piezas rectangulares intermedias (3) de una altura igual a la de las piezas esquineras (2a).

Dichas piezas esquineras (2a) presentan un extremo superior (21) y un extremo inferior (22) que definen dos planos paralelos y horizontales en la posición de uso del encofrado; presentando además dichas piezas esquineras (2a) una zona curva (23) orientada longitudinalmente y dos apéndices planos (24) de configuración triangular-rectangular dispuestos en laterales opuestos de la zona curva (23).

La mencionada zona curva (23) presenta un radio de curvatura constante y una generatriz recta con una inclinación predeterminada respecto a los planos paralelos definidos por los extremos superior e inferior (21, 22) de dichas piezas esquineras. La inclinación de dicha generatriz es la que define la inclinación en la torre (1) de las porciones cilíndricas (13).

Los apéndices planos (24) definidos en laterales opuestos de las piezas esquineras (2a) presentan una base y una altura de unas dimensiones coincidentes con la mitad de la base y altura de las piezas rectangulares (3), disponiéndose en la posición de uso del encofrado coplanariamente con dichas piezas rectangulares (3) para conformar las caras planas (12) de la torre (1).

En las figuras 4a a 4g se muestran sucesivos pasos de construcción de los tres últimos tramos de la torre de hormigón (1) representada en las figuras 1 y 2, utilizando la técnica de trepa y las piezas del encofrado mostradas en la figura 3; considerando que en una torre de más de 120 m. de altura el número de tramos sería superior a 24 para un encofrado de 5 metros,

Concretamente, en la figura 4a se forma un primer tramo (E n-2) de encofrado

disponiendo cuatro piezas esquineras (2a) con sus extremos inferiores (22) coplanariamente y cuatro parejas de piezas rectangulares intermedias (3) dispuestas entre, y adosadas lateralmente a, las piezas esquineras (2a).

A continuación, tal como se muestra en la figura 4b, se vierte el hormigón en el interior del primer tramo de encofrado (E n-2) y se deja fraguar para obtener un primer tramo de la torre (T n-2).

A continuación, tal como se muestra en las figuras 4c y 4d, se forma un segundo tramo de encofrado (E n-1) eliminando en cada cara del mismo una de las piezas intermedias (3).

Los apéndices planos (24) de configuración triangular rectangular definidos en los laterales opuestos de las piezas esquineras (2a) presentan en su base una anchura igual a la mitad de la anchura de las piezas rectangulares (3) lo que garantiza que en este segundo tramo de encofrado (E n-1) las piezas esquineras (2a) y las piezas rectangulares (3) quedan perfectamente adosadas lateralmente, definiendo este segundo tramo de encofrado (E n-1) interiormente una superficie constitutiva de una prolongación de la superficie del primer tramo de torre (T n-2) construido previamente.

Posteriormente, como se muestra en la figura 4d, se realiza el vertido de hormigón en el interior del segundo tramo de encofrado (E n-1) para construir un segundo tramo de torre (T n-1).

Para realizar el trepado del encofrado se ha previsto que las piezas del mismo puedan apoyarse en unos anclajes dispuestos en la trepa anterior. De modo que ya sea mediante la ayuda de grúa (encofrado trepante) o con elementos automáticos de trepa (encofrado auto-trepante) se posicione el encofrado en las trepas sucesivas.

La curvatura constante de las piezas esquineras (2a) permite que éstas se vayan desplazando en la dirección de la generatriz de su zona curva (23) para disponerse en los sucesivos tramos del encofrado, garantizando la definición en la torre de las porciones cilíndricas (13).

Como se puede observar en las figuras 4e y 4f, una vez construidos los tramos (T n-2, y T n-1) de la torre se elimina del segundo tramo de encofrado (E n-1) las piezas rectangulares (3) y se posicionan convenientemente las piezas (2a) para conformar un tercer tramo de encofrado (E n) en el que dichas piezas esquineras (2a) quedan adosadas directamente entre sí, presentando este tercer tramo de encofrado (E n) una boca superior redonda.

Mediante el vertido de hormigón en su interior, tal como se muestra en la figura 4f, y el fraguado del mismo, se conforma un tercer y último tramo (T n) de la torre (1) representada en la figura 4g.

En la figura 5 se muestra una variante de realización del encofrado de la figura 3, que tiene un funcionamiento análogo al descrito en las figuras 4 y que presenta una única diferencia consistente en que las piezas esquineras (2b) carecen en sus laterales de apéndices planos (24), comprendiendo este encofrado en su lugar unas piezas planas (4), de configuración triangular rectangular, de dimensiones análogas a los mencionados apéndices planos (24) y que cumplen la misma función que aquéllas.

Con este diseño de encofrado, para el caso de aplicación en aerogeneradores eólicos, una vez que se defina la sección correspondiente al último tramo de encofrado (E n), modificando el número de piezas rectangulares (3) utilizadas en el tramo de encofrado correspondiente a la base o extremo inferior de la torre, se puede construir una torre con diferentes tamaños de base y de altura, sin tener que modificar las piezas esquineras (2b).

En las figuras 6 y 7 se muestra una variante de realización de la torre, con unas características semejantes a la torre descrita anteriormente, pero con tres caras planas (12) y tres porciones cilíndricas (13) en vez de cuatro; construyéndose este caso con un encofrado, mostrado en la figura 8, en el que las piezas esquineras (2a) presentan una zona curva (23) correspondiente con un sector cilíndrico de una amplitud igual a un tercio del contorno de un cilindro.

Como se puede observar en despieces de las dos realizaciones del encofrado, mostradas en las figuras 3 y 5, las piezas esquineras (2a, 2b) del encofrado están

provistas de unos orificios (25) de anclaje a las trepas o de posicionamiento de guías o carriles de auto-trepas.

Una vez descrita suficientemente la naturaleza de la invención, así como un ejemplo de realización preferente, se hace constar a los efectos oportunos que los materiales, forma, tamaño y disposición de los elementos descritos podrán ser modificados, siempre y cuando ello no suponga una alteración de las características esenciales de la invención que se reivindican a continuación.

REIVINDICACIONES

1. Torre de hormigón, aplicable en la instalación de aerogeneradores, que comprende un cuerpo hueco de hormigón de sección variable en dirección vertical, **caracterizada** porque comprende: un extremo inferior (11) que presenta una configuración general poligonal constituida por unas caras planas (12) y unas porciones cilíndricas (13) dispuestas entre caras planas (12) consecutivas; presentando las caras planas (12) una anchura decreciente en sentido ascendente a lo largo de la torre (1), y las porciones cilíndricas (13) una forma invariable a lo largo toda de la torre (1); presentando la torre (1) en su extremo superior (11) un contorno circular, constituido por las porciones cilíndricas (13) que mantienen una forma invariable a lo largo de la torre (1).

2. Torre de hormigón, según la reivindicación 1, **caracterizada** porque las caras planas (12) presentan en sentido ascendente un ancho decreciente desde un ancho máximo correspondiente al extremo inferior de la torre, y un ancho nulo en el extremo superior de la torre.

3. Dispositivo de encofrado trepante o auto-trepante para la construcción “in situ” de la torre de las reivindicaciones anteriores; **caracterizado** porque comprende:

- unas piezas esquineras (2a, 2b) de encofrado para la definición de las porciones cilíndricas (13) de la torre; cuyas piezas esquineras presentan: un extremo superior (21) y un extremo inferior (22) que definen dos planos paralelos; una zona curva (23) orientada longitudinalmente a lo largo de dichas piezas esquineras (2a, 2b); presentando dicha zona curva (23) un radio de curvatura constante y una generatriz recta con una inclinación predeterminada respecto a los planos paralelos definidos por los extremos superior e inferior (21, 22) de dichas piezas esquineras;

- unas piezas rectangulares intermedias (3), que se disponen adosadas lateralmente entre las piezas esquineras (2a, 2b) y con la misma inclinación que la generatriz de las piezas esquineras; definiendo dichas piezas rectangulares (3), en sucesivos tramos de encofrado, unas superficies planas correspondientes a las caras planas (12) de la torre.

4. Dispositivo de encofrado, según la reivindicación 3, **caracterizado** porque las piezas esquineras (2a) presentan en laterales opuestos de la zona curva (23) sendos apéndices planos (24) de configuración triangular-rectangular, cada uno de dichos apéndices planos (24) presenta una base y una altura de dimensiones coincidentes respectivamente con la mitad de la base y con la altura de las piezas rectangulares (3).

5. Dispositivo de encofrado, según la reivindicación 3, **caracterizado** porque comprende unas piezas planas (4) de configuración triangular-rectangular, que presentan una base y una altura de dimensiones coincidentes respectivamente con la mitad de la base y con la altura de las piezas rectangulares (3), y que están dispuestas en el encofrado de cada tramo de torre (1) una a cada lateral de las piezas esquineras (2b) curvas.

6. Dispositivo de encofrado, según la reivindicación 3; **caracterizado** porque la zona curva (23) de las piezas esquineras (2a, 2b) del encofrado presenta en la dirección de la generatriz un ancho constante.

7. Dispositivo de encofrado, según cualquiera de las reivindicación 3 a 6, **caracterizado** porque las piezas esquineras (2a, 2b) del encofrado están provistas de unos orificios (25) de anclaje a las trepas o de posicionamiento de guías o carriles de auto-trepas.

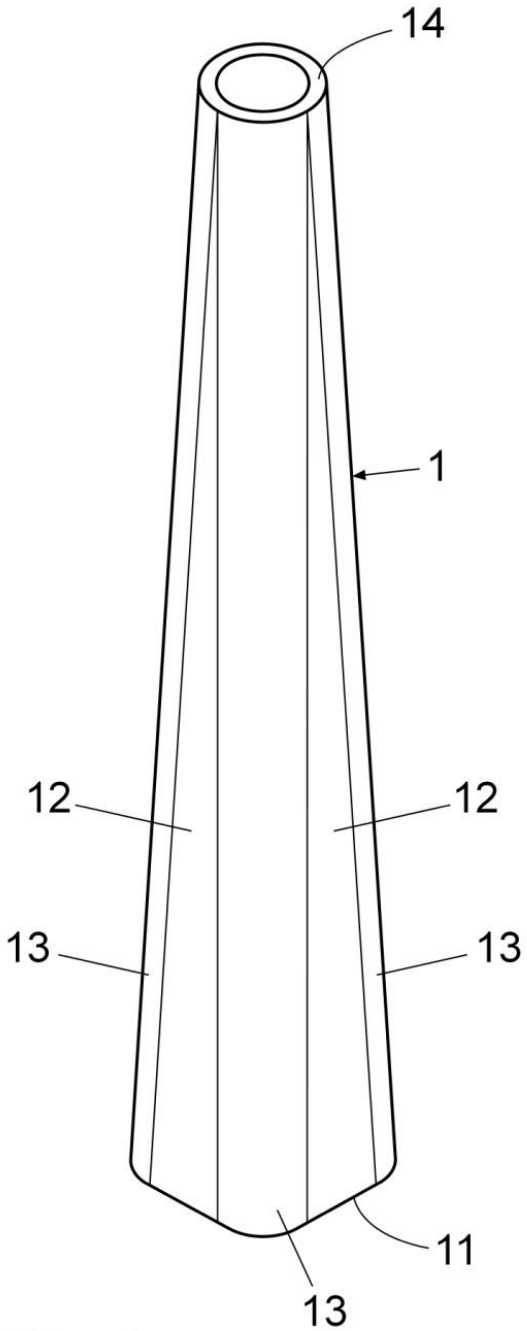

Fig. 1

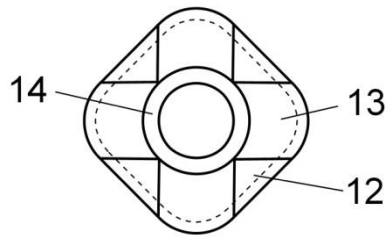

Fig. 2

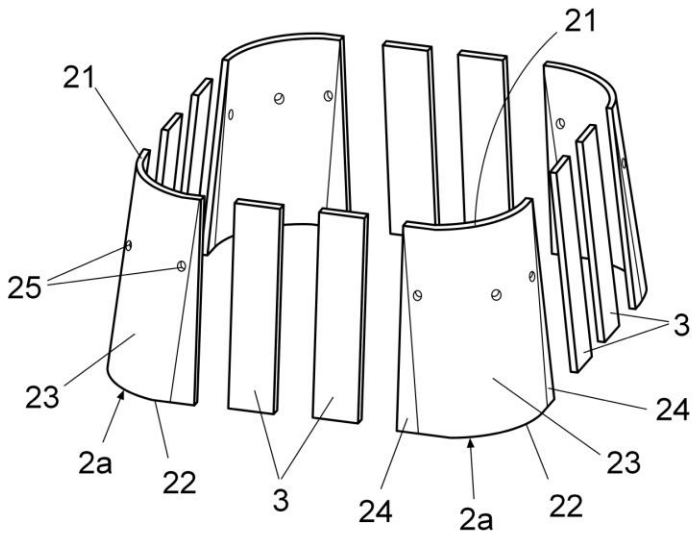

Fig. 3

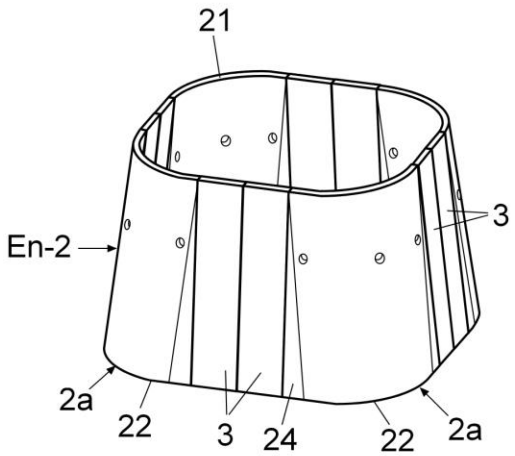

Fig. 4a

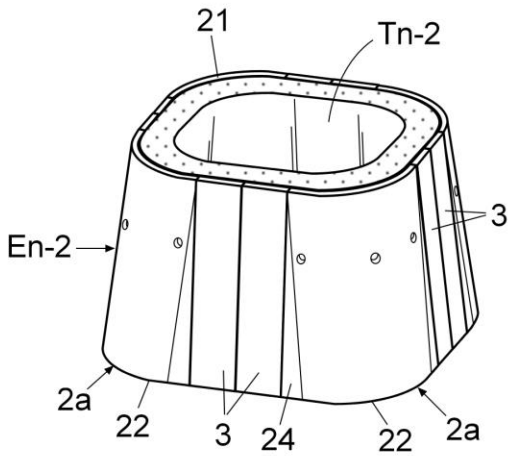

Fig. 4b

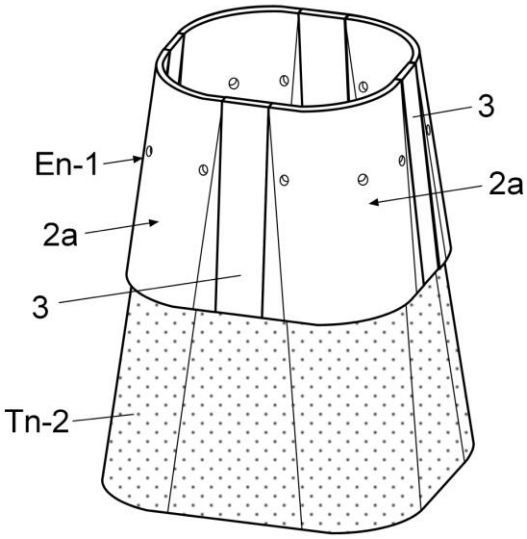

Fig. 4c

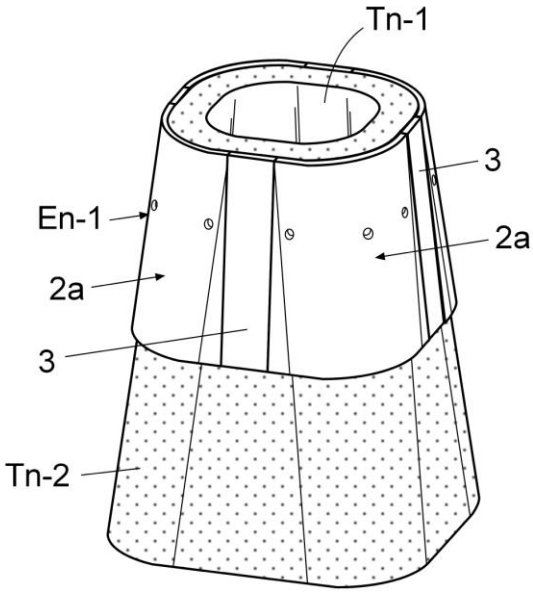

Fig. 4d

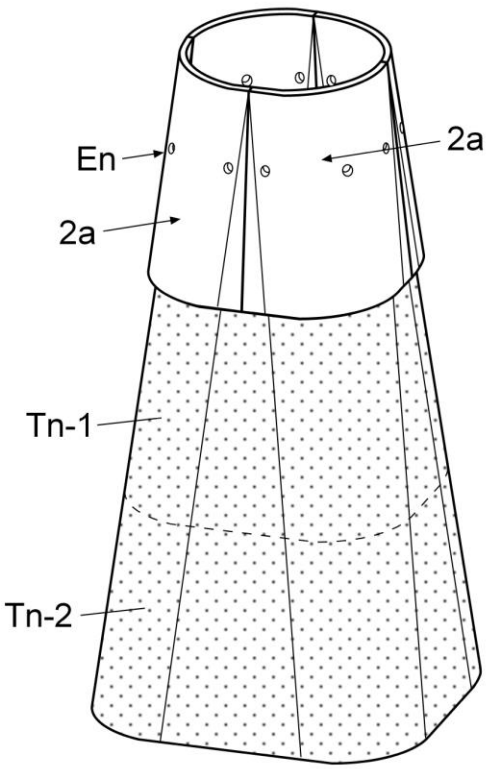

Fig. 4e

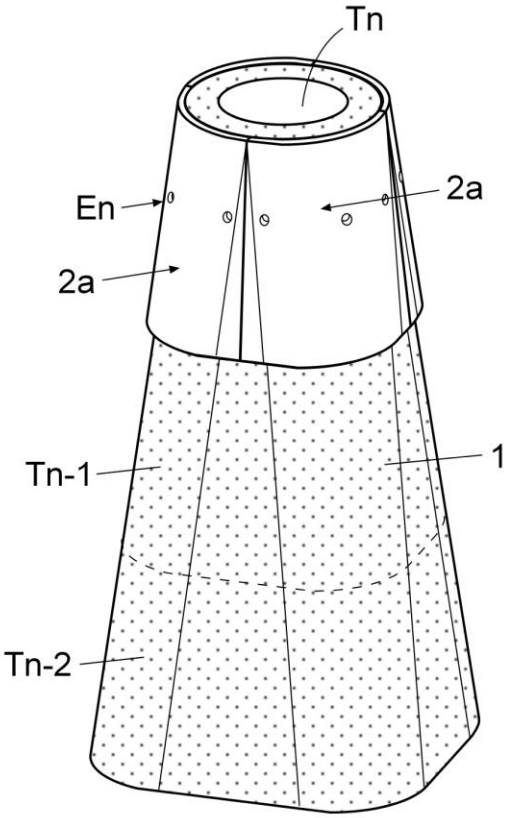

Fig. 4f

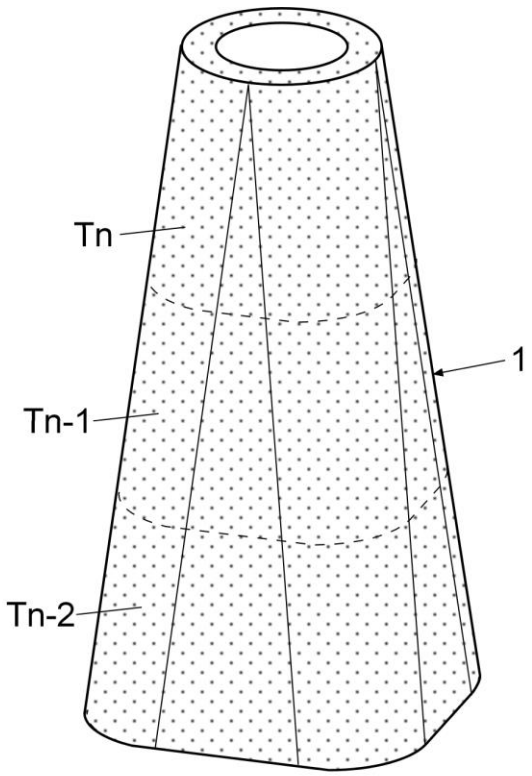

Fig. 4g

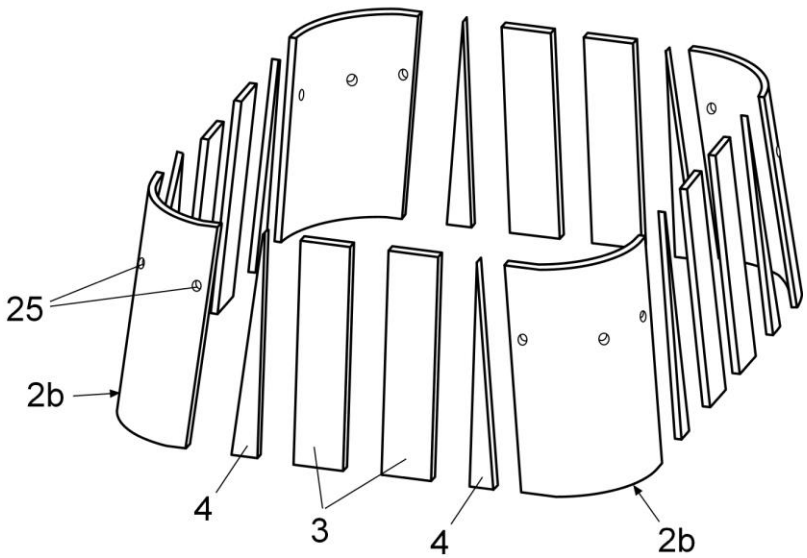

Fig. 5

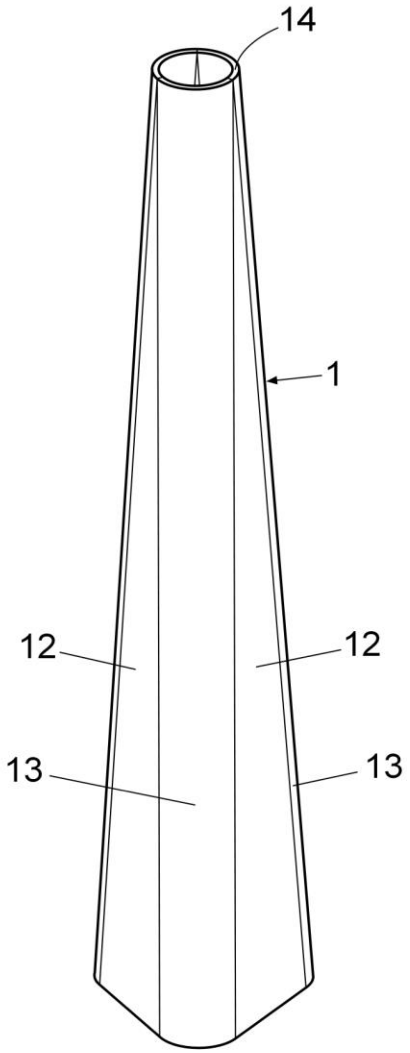

Fig. 6

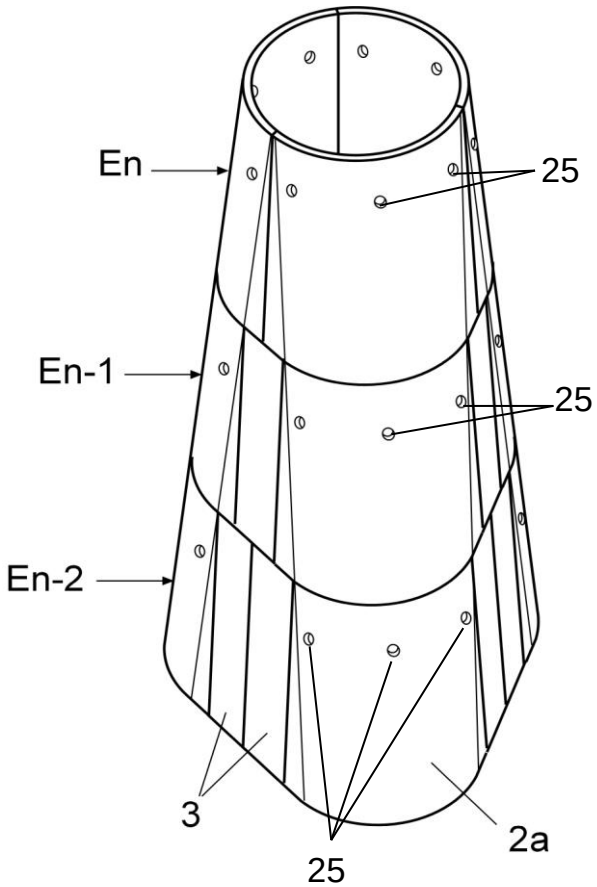

Fig. 8

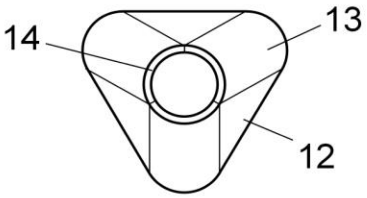

Fig. 7