

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 545 611**

51 Int. Cl.:

**E02D 27/42** (2006.01)

**F03D 1/00** (2006.01)

**F03D 11/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.02.2010 E 10154542 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.07.2015 EP 2224062**

54 Título: **Una cimentación para una turbina eólica y un procedimiento para realizar una cimentación para una turbina eólica**

30 Prioridad:

**26.02.2009 DK 200900269**

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

**14.09.2015**

73 Titular/es:

**VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)  
Hedeager 42  
8200 Aarhus N, DK**

72 Inventor/es:

**ØLLGAARD, BØRGE y  
JENSEN, SØREN POUL**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

**ES 2 545 611 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

Una cimentación para una turbina eólica y un procedimiento para realizar una cimentación para una turbina eólica

### Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a una cimentación para una turbina eólica y a un procedimiento para hacer una cimentación para una turbina eólica o una construcción de torre similar. Además, la invención se refiere a una turbina eólica con tal cimentación y una cubierta para cubrir una intersección entre dos elementos de una cimentación de una turbina eólica.

### Antecedentes de la invención

10 Cuando se hace una cimentación para una construcción de una torre tal como una torre de una turbina eólica, a menudo se vierte un elemento de hormigón armado y subsecuentemente la torre de la turbina se coloca en el elemento de hormigón y se fija a este. A menudo, la cimentación incluye una sección embebida que está típicamente realizada de acero y tiene una forma circular que corresponde con la forma de la torre. La sección embebida incluye una pestaña o una interfaz similar para fijar la torre a la cimentación.

15 Cuando se hace la cimentación, la sección embebida está dispuesta primeramente tal que la interfaz, y por tanto la torre, se coloca precisamente. Subsecuentemente, el elemento de hormigón armado se vierte dentro y alrededor de la sección embebida por lo que la sección embebida se fija sólidamente en un gran bloque de hormigón. Finalmente, la torre se ancla a la sección embebida, típicamente mediante el uso de vástagos o pernos de anclaje substancialmente verticales a través de orificios correspondientes en pestañas adyacentes de la sección embebida y la sección más baja de la torre.

El documento US 5.586.417 divulga un ejemplo de una construcción de una torre.

20 Debido al gran peso de la construcción de la torre, la conexión entre la sección embebida y la sección de hormigón está expuesta a esfuerzos muy grandes y típicamente son inevitables grietas en la interfaz entre esas dos secciones. Sin embargo, es de suma importancia que la sección embebida transfiera continuamente los esfuerzos desde la torre a la sección de hormigón durante toda la vida útil de la turbina eólica.

25 Una cimentación de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 es conocida además del documento WO00/43599; mientras que el documento DE2438722 divulga otra cimentación conocida.

### Descripción de la invención

Es un objetivo de la presente invención mejorar la protección de una cimentación para una turbina eólica y así incrementar potencialmente la vida útil y reducir los costes de mantenimiento de una turbina eólica.

30 De acuerdo con un primer aspecto, la invención proporciona una cimentación para una turbina eólica, comprendiendo la cimentación una sección de hormigón y una sección embebida, la sección embebida comprende una parte embebida que está embebida en la sección de hormigón y una parte vertical que se proyecta hacia arriba desde una superficie superior de la sección de hormigón y forma una interfaz para sujetar una torre a la cimentación, la cimentación comprende además una cubierta dispuesta a través de una intersección entre la superficie superior y una superficie exterior de la parte vertical. La cubierta comprende una plancha de un material de hoja formado con un agujero que tiene una forma  
35 que corresponde a una forma de una sección transversal de la sección embebida.

Debido a la cubierta, se puede evitar la intrusión de agua entre la sección embebida y la sección de hormigón y se puede incrementar la vida útil esperada de la cimentación. Además, la provisión de un elemento separado para cubrir la intersección permite el movimiento relativo de la sección embebida con la sección de hormigón. Como la cubierta está formada con un material de hoja con un agujero, se facilita disponer la cubierta alrededor de la parte vertical que de ese modo sujeta la cubierta en su lugar.  
40

La sección de hormigón típicamente sería mucho más grande que la sección embebida. Como ejemplo, la superficie superior puede tener un área que es 5-10 veces el área de la sección transversal de la sección embebida en el plano definido por la superficie superior. Normalmente, la superficie superior sería circular o cuadrangular, y la cubierta estaría hecha de tal modo que cubriría esencialmente toda la superficie superior, o al menos el 75-95 por ciento de la superficie superior.  
45

El agujero con una forma que corresponde con la forma de la sección embebida puede ser más pequeño generalmente que la sección embebida con el fin de que la cubierta pueda estar inclinada sobre la sección embebida mediante la deformación elástica del material de la cubierta. A este efecto, la cubierta puede estar hecha preferiblemente de un material flexible y deformable elásticamente tal como un material de caucho tal como el EPDM. Debido a la deformación elástica, la cubierta puede cubrir una parte de la superficie superior, la transición entre la sección de hormigón y la sección  
50

embebida así como una parte de la superficie exterior de la sección embebida.

5 En un modo de realización, la sección embebida tiene una forma circular, es decir en una sección transversal en un plano con la superficie superior o al menos en una sección transversal perpendicular a la dirección axial, oblonga, de la torre, la forma es circular o facetada de tal modo que la forma llega a ser esencialmente circular. En este modo de realización, la cubierta puede tener un agujero que es circular y que tiene un diámetro por ejemplo entre 1 y 20 por ciento más pequeño que el diámetro exterior de la sección embebida.

10 La plancha puede tener una forma similar a un anillo cerrado con un reborde periférico exterior y un reborde periférico interior, donde el reborde periférico interior se extiende alrededor de y define el agujero. Para facilitar la sujeción de la plancha a la cimentación de una torre de turbina eólica existente, por ejemplo durante la reparación de la cimentación, la plancha puede formar una abertura, por ejemplo formada por una rendija que se extiende entre los rebordes periféricos exterior e interior. Esto permitirá la apertura de la forma anular cerrada para sujetar la plancha alrededor de la sección embebida.

La forma anular cerrada podría ser restablecida mediante la unión de los bordes opuestos de la abertura por ejemplo dotando a estos bordes de Velcro™ o un adhesivo, etc.

15 La cubierta puede estar unida adhesivamente a la superficie superior de la sección de hormigón mediante el uso de un adhesivo que sea adecuado para sellar entre la cubierta de caucho y un elemento de hormigón, por ejemplo un compuesto de sellado a base de silicona u otros adhesivos conocidos en la técnica.

20 La cubierta también puede estar unida adhesivamente a la superficie exterior de la sección embebida. En este caso por ejemplo con un adhesivo adecuado para sellar entre acero y caucho, de nuevo, este podría ser un adhesivo a base de silicona u otros adhesivos conocidos en la técnica.

La cubierta podría estar hecha de una sola pieza de forma que se evite la intrusión de agua entre las piezas separadas. La cubierta también podría estar hecha de varias láminas de un material que se puede vulcanizar de forma sólida, volver a moldear o unido o soldado de otro modo de forma estanca al agua.

25 Para proteger la cubierta de impactos mecánicos, por ejemplo de vehículos que se dirigen o se alejan de la torre de la turbina eólica, o proteger la cubierta de la luz del sol, puede cubrirse de forma ventajosa con una capa de suelo. En ese caso, sin embargo, puede ser una ventaja disponer una capa de arena, o una capa de tejido o de material de protección similar entre la cubierta y el suelo.

30 Como es difícil acceder al espacio entre la cubierta y el hormigón o elementos embebidos, se podrían disponer en el espacio uno o más sensores que son capaces de detectar vapor o humedad y que son capaces de mandar una señal correspondiente de vigilancia fuera del espacio. De una forma similar, podrían disponerse uno o más sensores en la superficie exterior del elemento embebido anteriormente al vertido del elemento de hormigón. De esta forma, se puede registrar la humedad que entre por la interfaz entre elemento de hormigón y el elemento embebido.

35 En un modo de realización, la cubierta se proporciona en un tamaño tal que cubre no solo una gran parte de la superficie superior sino que cubre la totalidad de la superficie exterior de la sección embebida y opcionalmente también cubre la interfaz entre la sección embebida y la primera sección de la torre. De esta forma, el riesgo de intrusión de agua o humedad en el espacio entre la cubierta y la sección embebida además puede ser reducido aún más. En general, sin embargo, la cubierta puede cubrir ventajosamente la superficie superior en una distancia de al menos un metro desde la sección embebida, y puede cubrir al menos 10-30 centímetros de la superficie exterior de la sección embebida desde la superficie superior hacia arriba.

40 En un segundo aspecto, la invención proporciona una turbina eólica que comprende una cimentación de acuerdo con la descripción anterior.

45 En un tercer aspecto, la invención proporciona un procedimiento para evitar la intrusión de agua en la cimentación de una turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 1, procedimiento que comprende los pasos de proporcionar una cubierta de un material impermeable al agua y disponer la cubierta a través de una intersección entre la superficie superior y una superficie exterior de la sección embebida. En particular, la cubierta puede estar unida adhesivamente a la superficie superior y a la superficie exterior.

### Breve descripción de los dibujos

Ejemplos de la invención se describirán a continuación con referencia a los dibujos en los que:

La fig. 1 ilustra en una sección transversal, una cimentación de acuerdo con la invención;

50 La fig. 2 ilustra la cubierta vista desde arriba; y

La fig. 3 ilustra un modo de realización alternativo con una abertura que permite la sujeción de la cubierta a una torre ya existente.

Sin embargo, debe entenderse que la descripción detallada y los ejemplos específicos, si bien indican los modos de realización de la invención, solamente se ofrecen a modo de ilustración, ya que varios cambios y modificaciones dentro del alcance de las reivindicaciones serán evidentes para aquellos expertos en la técnica de esta descripción detallada.

En el presente documento, la cimentación 1 comprende una sección de hormigón 2 y una sección embebida 3. La sección embebida está parcialmente embebida en la sección de hormigón tal que la parte inferior 4, embebida, está encapsulada en hormigón y tal que una parte vertical 5 se proyecta hacia arriba desde una superficie superior 6 de la sección de hormigón. En el extremo superior 7 de la parte vertical, la sección embebida 3 forma una interfaz 8 para sujetar una torre a la cimentación.

La cimentación 1 comprende además una cubierta 9 dispuesta a través de una intersección 10 entre la superficie superior 6 y una superficie exterior 11 de la parte vertical 5.

La cubierta está hecha de caucho EPDM y tiene un espesor de 2 mm. El tamaño de la superficie superior 6 de la sección de hormigón 2 es 15x15 metros y la sección embebida 3 tiene un diámetro de 330 centímetros. La cubierta 9 es, por ejemplo, circular con un diámetro de 4,9 metros o cuadrangular con un tamaño de 4,9x4,9 metros.

La cubierta 9 tiene un agujero con un diámetro de 2,9 metros. Como el diámetro del agujero es más pequeño que el diámetro exterior de la sección embebida 3, la cubierta 9 puede ser deformada elásticamente mediante presión de la parte vertical 5 a través del agujero en la cubierta.

Debido a la deformación elástica de la cubierta, la cubierta puede extenderse así, en una pieza, a lo largo de la superficie superior 6, a través de la intersección 10 y continuar hacia arriba a lo largo de la superficie exterior 11 de la sección embebida 3 sin tener que juntar laminas separadas de caucho EPDM. De esta forma, se puede obtener una buena durabilidad y características de estanqueidad al agua y la cimentación puede así estar protegida contra la intrusión de agua por un largo periodo de tiempo.

Debido a las propiedades elásticas del caucho EPDM, la cubierta 9 se comprimirá ajustadamente alrededor de la superficie exterior 11 de la sección embebida 3 en el extremo 12 de la cubierta 9, y la intrusión de agua puede ser evitada efectivamente por esta razón. Para una protección adicional de la cimentación, se puede proporcionar un componente de sellado, por ejemplo un compuesto con base de silicona o alquitrán entre la superficie exterior 11 y la cubierta 9.

Opcionalmente, un compuesto de sellado, por ejemplo con base de silicona o alquitrán, se puede proporcionar entre la superficie superior 6 y la cubierta 9 para evitar la intrusión de agua en el espacio entre ambas. Para evitar todavía más la intrusión de agua, la superficie superior 6 de la sección de hormigón 2 puede tener un ángulo hacia abajo desde la sección embebida 3 hacia el borde 13 de la sección de hormigón 2, respecto a la horizontal.

La cubierta 9 está cubierta con una capa 14 de arena, y la capa de arena está a su vez cubierta de una capa de suelo 15. La arena protege el caucho EPDM de ser dañado por piedras o partículas similares potencialmente agudas del suelo. El suelo protege contra la erosión a la arena, y la arena y el suelo protegen efectivamente el caucho EPDM de ser lentamente descompuesto por la luz diurna.

Como es evidente, el uso de una cubierta, no en menor medida de una cubierta de un material elásticamente deformable dotado de un agujero de un tamaño que es más pequeño que la sección embebida, puede utilizarse efectivamente en un procedimiento para proteger una cimentación contra la intrusión de agua dentro de la intersección entre el hormigón y un elemento que está embebido en el hormigón.

La fig. 1 ilustra la cimentación en una sección transversal, y para simplificar la ilustración, solamente se ilustra una mitad de la cimentación. La línea de puntos 16 indica el centro de la cimentación. La sección embebida se extiende circularmente alrededor de ese centro, y la sección de hormigón es cuadrada con el centro en la línea 16.

En la fig. 2, se muestra claramente que la plancha tiene una forma similar a un anillo cerrado 17 con un reborde periférico exterior 18 y un reborde periférico interior 19. El reborde periférico interior se extiende alrededor del agujero 20 que está así definido por el reborde interior.

La fig. 3 ilustra un modo de realización de la cubierta en la que la plancha 21 forma una abertura 22 que se extiende entre los rebordes periféricos exterior e interior 18, 19 para permitir una abertura de la forma de anillo cerrado para sujetar la plancha alrededor de la sección embebida. Para restablecer la forma cerrada, la plancha se hace con un solape 23 de 200-500 mm en la dirección periférica tal que uno de los bordes radiales 24 de la abertura solapa con el otro borde radial 25 de la abertura. En el solape, la plancha podría estar hecha con Velcro 26 o un adhesivo, etc. para sujetar los bordes 24, 25 montados.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Una cimentación (1) para una turbina eólica, comprendiendo la cimentación una sección de hormigón (2) y una sección embebida (3), la sección embebida comprendiendo una parte embebida (4) que está embebida en la sección de hormigón (2) y una parte vertical (5) que se proyecta hacia arriba desde una superficie superior (6) de la sección de hormigón y forma una interfaz (8) para sujetar una torre a la cimentación (1), caracterizada por que la cimentación (1) comprende además una cubierta (9) dispuesta a través de una intersección (10) entre la superficie superior (6) de la sección de hormigón y una superficie exterior (11) de la parte vertical (5) en la que la cubierta comprende una plancha de un material de hoja formado con un agujero que tiene una forma que corresponde a una forma de una sección transversal de la sección embebida.
- 10 2. Una cimentación de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la cubierta está unida adhesivamente a al menos una de la superficie superior y la superficie exterior.
3. Una cimentación de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la cubierta está hecha de un material de caucho.
- 15 4. Una cimentación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la plancha tiene una forma similar a un anillo cerrado con un reborde periférico exterior y un reborde periférico interior, donde el reborde periférico interior se extiende alrededor del agujero, definiéndolo, y donde la plancha forma una abertura que se extiende entre los rebordes periféricos exterior e interior para permitir abrir la forma de anillo cerrado para sujetar la plancha alrededor de la sección embebida.
- 20 5. Una cimentación de acuerdo con la reivindicación 4, en la que el agujero tiene un área que es más pequeña que el área de la forma en sección transversal correspondiente.
6. Una cimentación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 4-5, en la que la sección embebida tiene una forma circular en sección transversal y la cubierta forma un agujero con un diámetro que es más pequeño que el diámetro de la sección embebida.
7. Una cimentación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la cubierta está hecha de EPDM.
- 25 8. Una cimentación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la cubierta está cubierta con una capa (14) de arena.
9. Una cimentación de acuerdo con la reivindicación 8, en la que la arena está cubierta con una capa (15) de suelo.
- 30 10. Una cimentación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la cubierta cubre la superficie superior en una distancia de al menos un metro desde la sección embebida.
11. Una cimentación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la cubierta cubre en una pieza, una parte principal de la superficie superior y una superficie exterior de la sección embebida desde la intersección a la interfaz para sujetar la torre.
12. Una turbina eólica que comprende una cimentación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-11.
- 35 13. Un procedimiento para evitar la intrusión de agua en una cimentación de una turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-11, comprendiendo el procedimiento los pasos de proporcionar una cubierta de un material impermeable al agua y disponer la cubierta a través de una intersección entre la superficie superior y una superficie exterior de la sección embebida.
- 40 14. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13, en la que la cubierta está unida adhesivamente a la superficie superior y a la superficie exterior.

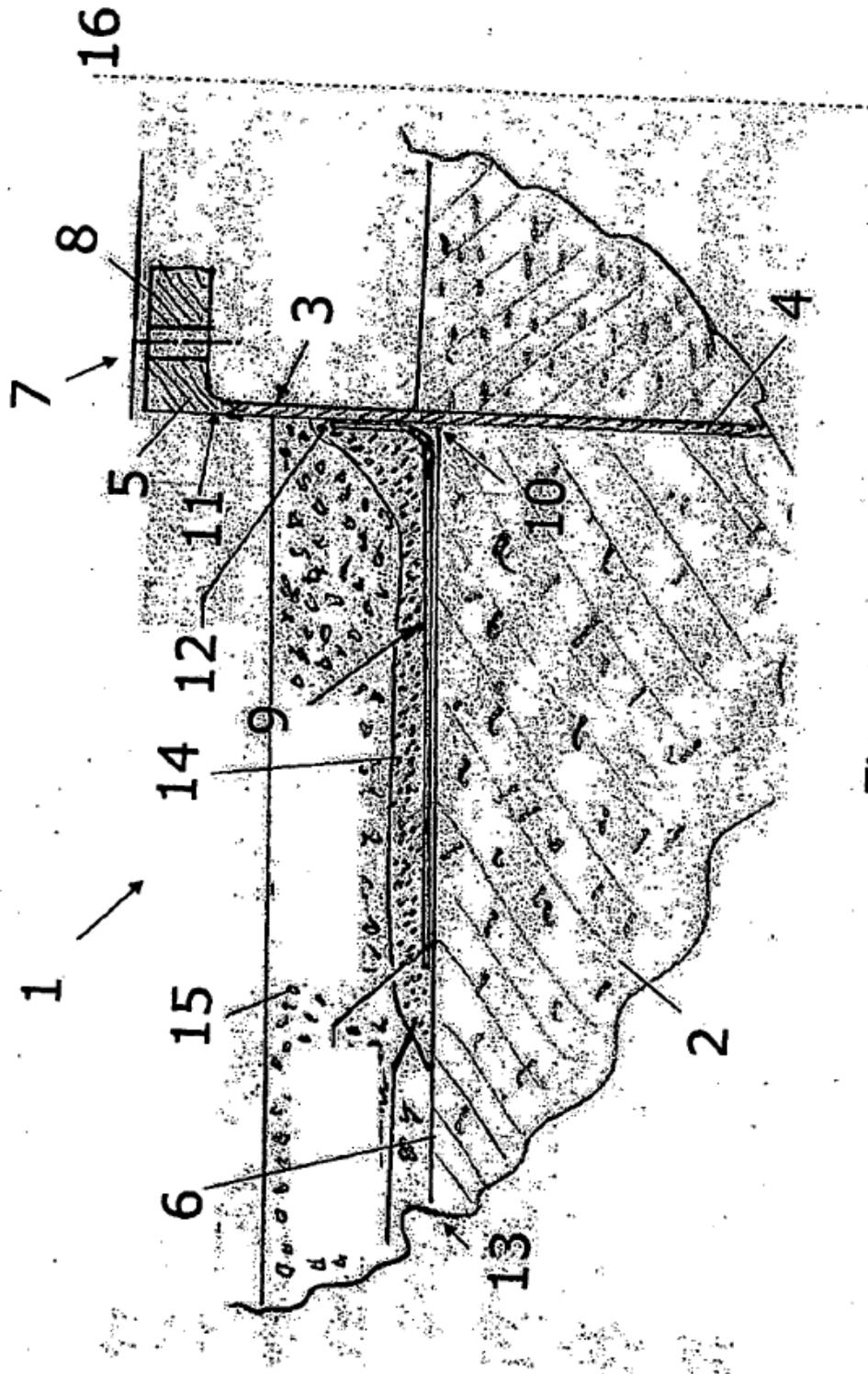


Fig. 1

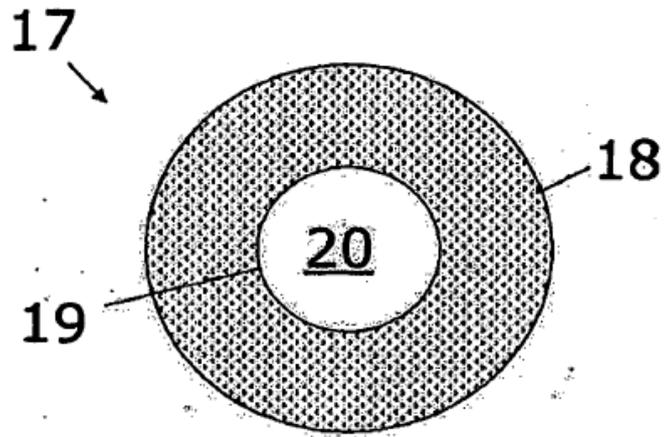


Fig. 2

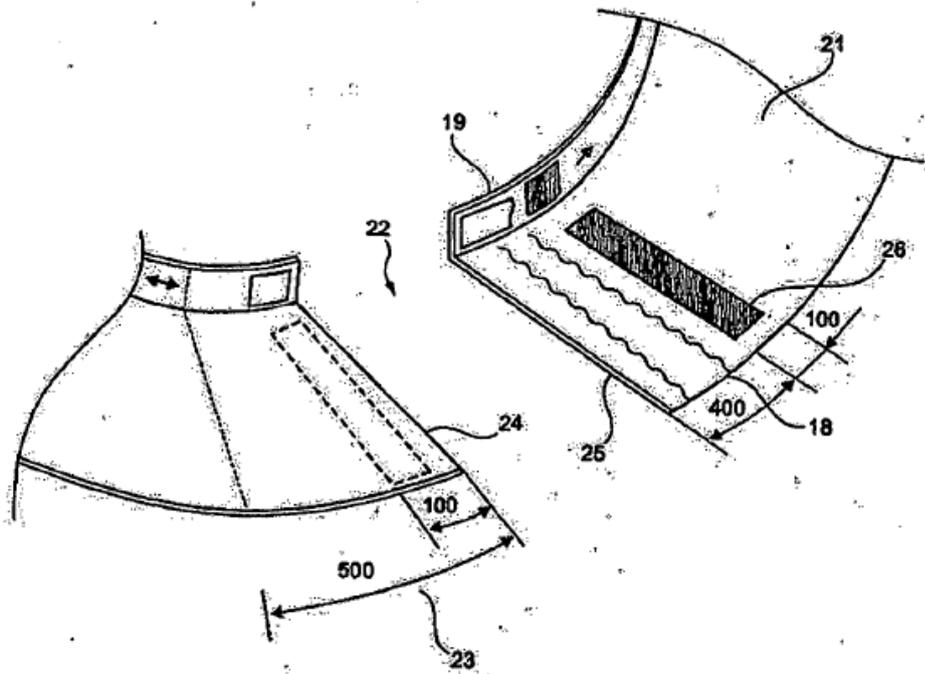


Fig. 3