



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 324 781**

51 Int. Cl.:  
**F03G 6/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03816437 .2**

96 Fecha de presentación : **08.09.2003**

97 Número de publicación de la solicitud: **1618302**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **25.01.2006**

54 Título: **Chimenea solar flotante.**

30 Prioridad: **27.03.2003 GR 031000150**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**14.08.2009**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**14.08.2009**

73 Titular/es: **Christos Papageorgiou**  
**1B Nymfon Str.**  
**14563 Kifissia, Athens, GR**

72 Inventor/es: **Papageorgiou, Christos**

74 Agente: **Botella Reyna, Antonio**

ES 2 324 781 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

Chimenea solar flotante.

5 La invención se refiere a una chimenea solar que puede colaborar con colectores solares y turbo generadores eólicos y constituir estaciones de energía eléctrica que funcionan mediante energía solar. Dichos sistemas convencionales de energía eléctrica que utilizan energía solar, con el procedimiento de colectores solares y chimeneas solares, están basados en el principio del calentamiento del aire por medio de la energía solar en un colector solar de una gran área superficial. El aire templado asciende por aspiración ascendente, a través de una chimenea solar colaboradora que está  
10 instalada en el centro del colector, hacia las capas superiores de la atmósfera, adquiriendo una velocidad ascendente debido a la altura de las chimeneas solares. Parte de la termo energía mecánica de esta corriente de aspiración ascendente de aire templado, por medio de un sistema de turbinas eólicas y generadores instalados en la base de la chimenea solar, se transforma en energía eléctrica. La chimenea solar en este sistema convencional está fabricada en hormigón armado. Esto tiene las siguientes consecuencias:

- 15 • Elevado coste de fabricación
- Altura limitada de las chimeneas solares debido a limitaciones tecnológicas derivadas de los materiales de construcción y de las limitaciones externas (por ejemplo, terremotos).

20 Se conoce que el rendimiento de dichas estaciones de energía eléctrica es aproximadamente proporcional al producto de la altura de la chimenea solar con respecto al área del colector solar colaborador. De este modo, para una potencia disponible determinada procedente de dicha estación de energía solar, la altura de la chimenea solar determina el área de su colector solar colaborador. Se puede encontrar información acerca de las chimeneas solares en la obra  
25 "THE SOLAR CHIMNEY ELECTRICITY FROM THE SUN", cuyo autor es JORG SCHLAICH, 1995.

La invención propuesta pretende eliminar todas las desventajas antes mencionadas incrementando, para una determinada potencia disponible, la altura de la chimenea solar y reduciendo su coste de construcción y el área de los colectores solares y por lo tanto, el coste total de la planta de energía eléctrica respectiva.

30 Esto se puede alcanzar si construimos la chimenea solar con una doble pared a partir de globos elásticos duraderos o dirigibles, rellenos con gas helio (He u otro gas ligero no inflamable) que hace que las chimeneas sean más ligeras que el aire. La chimenea solar flotante más ligera que el aire puede tener una altura mucho mayor que la correspondiente chimenea solar fabricada de hormigón armado, al tiempo que simultáneamente sus costes permanecen  
35 considerablemente por debajo del coste de la chimenea convencional de hormigón armado.

La idea de utilizar estructuras más ligeras que el aire para sustituir las chimeneas solares de hormigón se propuso en varias invenciones anteriores. Una propuesta característica fue la D1: el documento DE 296225494. El gas de relleno en la D1 se encuentra parcialmente en la estructura ahuecada del cilindro para ascender por aspiración el aire ligero y en una estructura ligera ahuecada conectada a la parte superior de este cilindro. La estructura cilíndrica ligera en D1 con el fin de mantener su posición vertical, puede estar anclada en la tierra o encontrarse elevada por la estructura ahuecada por encima de la misma.

45 Sin embargo cualquier altura más ligera que la estructura cilíndrica de aire que se utiliza para la aspiración ascendente del aire templado dentro de ella para la producción de electricidad deberá resolver los problemas siguientes, que no se resuelven en ninguna de las técnicas anteriores y en la D1.

- Las fuerzas y los grandes momentos de flexión respectivos que se originan por los vientos fuertes externos destruirán inmediatamente cualquier estructura ligera elevada, que permanezca en posición vertical.
- 50 • La gran subpresión operativa, relacionada con la producción de fuerza eléctrica que actúa sobre la estructura cilíndrica que puede destruir este cilindro o deformar su forma evitando el funcionamiento ascendente por aspiración.
- 55 • Las fuerzas diferenciales sobre la estructura del cilindro, debido a la variación de la velocidad del viento (en magnitud y dirección) con respecto a la altitud. Estas diferencias en la velocidad del viento crean fuerzas entre las piezas contiguas del cilindro que pueden destruirlo.

La chimenea solar flotante que se propone resuelve todos estos problemas mediante su construcción.

60 La construcción de una chimenea flotante más ligera que el aire es factible tomando en consideración que la chimenea solar se utiliza exclusivamente para ascender por aspiración el aire templado. De este modo los esfuerzos de la chimenea solar se originan a partir de los vientos exteriores y de la presión según el principio de Bernoulli a partir de la corriente interna de aire templado. Una construcción inteligente, simple y poco costosa puede afrontar estos esfuerzos de manera eficaz. El plástico moderno y materiales compuestos que se utilizan en los dirigibles o globos  
65 se pueden utilizar para dicha construcción combinando el peso ligero y la alta resistencia en los esfuerzos extremos teniendo una larga vida bajo cualquier tipo de condiciones externas.

## ES 2 324 781 T3

Las ventajas propuestas de la invención son muy importantes y de modo informativo aunque no exclusivo, son las siguientes:

- 5 • La altura de la chimenea solar flotante se puede incrementar de forma ilimitada hasta alcanzar una altura óptima que estará determinada por los materiales, la tecnología y los costes.
- El coste de construcción de la chimenea solar flotante será considerablemente más bajo que el coste de la chimenea convencional de hormigón armado.
- 10 • La sección transversal de la chimenea solar flotante se puede modificar fácilmente con respecto a la altura para alcanzar el funcionamiento óptimo de la chimenea solar.
- El área del colector solar colaborador se reducirá proporcionalmente con respecto al aumento en altura para la misma potencia teórica de la estación de energía eléctrica solar y en consecuencia, disminuirá proporcionalmente el coste de construcción del colector solar.
- 15 • Una combinación óptima de la altura de la chimenea solar flotante y el área del colector solar se pueden elegir para alcanzar el resultado técnico-económico óptimo.
- 20 • La actividad sísmica de la región no tiene influencia sobre la construcción.

Puesto que la invención propuesta se podría materializar en las estaciones solares de fuerza eléctrica con chimeneas solares flotantes económicamente competitivas con respecto a otras estaciones de fuerza eléctrica en kW de potencia por kWh de energía producida.

La chimenea solar flotante que se propone se instala sobre el asiento (1.4) mostrado en la figura 1-a:

- 30 • La Chimenea (1.1) Principal está compuesta de piezas. Esta tiene una doble pared rellena con gas no inflamable más ligero que el aire que crea la fuerza de flotación necesaria. Esta fuerza elevadora obliga a la chimenea adoptar una posición vertical sin vientos exteriores,
- La Pesada Base (1.2) Móvil por medio de la cual se suspende la chimenea principal. El peso total de esta pesada base es mayor que la capacidad de flotación total de la chimenea principal. Esto da por resultado, sin vientos exteriores, que la pesada base móvil se asiente en el asiento (1.4) de la chimenea.
- 35 • La pieza inferior plegable de la chimenea (1.3) se encuentra dentro de la pieza superior del asiento sin la presencia de vientos exteriores.

Si aparecen vientos exteriores la chimenea (1.1) principal se inclina hasta un ángulo de equilibrio. La pesada base (1.2) que se soporta en los bordes del asiento admite también una posición inclinada correspondiente y la pieza plegable de la chimenea (1.3) que está fijada a la pieza inferior de la Pesada Base, se levanta y admite esta inclinación, asegurando la continuidad de la chimenea según aparece en la figura 1b.

Se presenta en los siguientes párrafos una forma orientadora para construir una chimenea flotante. La forma propuesta de construcción es orientadora, debido a que hay varias formas de realizarla. La construcción propuesta se basa en la idea de desarrollar la chimenea solar principal con anillos cilíndricos de globos horizontales (Anillo D1, figura 2) a partir de la envoltura flexible de globos o dirigibles (con un promedio de densidad de superficie de 0,068 kg/metro cuadrado). Cada anillo D1 de globos cilíndricos se rellena con gas helio (que produce una fuerza elevadora en condiciones normales de 10,36 Nt/m) u otro gas ligero no inflamable (por ejemplo, NH<sub>3</sub> con una fuerza elevadora bajo condiciones normales de 4,97 Nt/m). El anillo tiene una sección transversal ortogonal y válvulas de llenado. Las dimensiones de la sección transversal ortogonal del anillo D1 dependen fundamentalmente del diámetro de la chimenea solar. Cada anillo D1 cilíndrico estará separado del contiguo por un anillo D2 (figura 3) duradero de soporte para los esfuerzos horizontales. Los anillos D2 estarán fabricados mediante tubos de plástico duro o materiales compuestos o de aluminio con diámetros y grosores adecuados. De este modo el anillo D2 soporta el anillo D1 de globos a partir de fuerzas compresivas de deformación. El peso total del anillo D2 tiene que ser menor que la fuerza de elevación del resto del anillo D1 de globos. De este modo cada anillo D1 de globos será capaz de elevarse a cualquier altura atmosférica como parte de la chimenea solar flotante, elevando en su conjunto al menos un anillo D2. La pieza exterior del anillo D2 tendrá extremos adecuados para asegurar los anillos D2 entre ellos, con la ayuda de hilos de elevada resistencia a fin de que los anillos D1 intermedios de globos estén bajo presión.

La chimenea solar flotante propuesta es un conjunto de piezas independientes sucesivas que están constituidas por un número constante de anillos D1 de globos y anillos D2 de soporte. Cada pieza es un conjunto duradero compacto que puede flotar debido a su flotabilidad. Cada pieza de la chimenea está suspendida por al menos tres hilos de elevada resistencia mediante la pieza superior de la Pesada Base (1.2) Móvil, refiérase a la figura 1a.

De este modo cada pieza puede admitir sin problema cualquier posición inclinada impuesta por los vientos exteriores. Las piezas sucesivas de la chimenea flotante se encuentran separadas, con un anillo D1 de globos, llenos de aire procedente del medio ambiente que en lugar del relleno por válvula, tiene una abertura única o una válvula especial

## ES 2 324 781 T3

que permite que entre y salga aire dependiendo del movimiento relativo de las piezas sucesivas independientes de la chimenea por medio de los vientos variables exteriores. Con estos anillos de aire intermedios cada pieza de la chimenea solar flotante se hace dinámicamente independiente de las restantes. La chimenea (1.1) solar flotante principal consiste en la suma de estas piezas sucesivas y dinámicamente independientes fijadas de forma independiente a la Pesada Base. Este conjunto y cada una de las piezas del mismo pueden flotar por si mismas y soportar las fuerzas producidas por las presiones del fenómeno de Bernoulli mediante la aspiración ascendente interna de aire templado y los vientos exteriores. El grosor del anillo D1 de globos es suficiente para el satisfactorio aislamiento del calor de la templada corriente interna de aire que se desplaza a través de la chimenea solar procedente del aire exterior que tiene una temperatura más baja.

La chimenea (1.1) solar flotante principal se coloca por delante de su Pesada Base (1.2) Móvil. La Pesada Base (1.2) Móvil está constituida por dos anillos de igual peso conectados entre ellos con hilos excepcionalmente duraderos de elevada resistencia y altos módulos de rendimiento envueltos con películas de plástico flexibles duraderas, con el fin de que pueda admitir cualquier posición de inclinación al tiempo que permanece unida a la pieza superior del asiento de la chimenea. El peso total de la Pesada Base (1.2) excede la fuerza total de elevación de la chimenea principal y forma con esta un conjunto único. Bajo condiciones normales, el anillo superior de la Pesada Base, que se fabrica con un diámetro mayor que el diámetro de la pieza superior del asiento (1.4), se asienta sobre el asiento de la chimenea (1.4) al tiempo que el anillo inferior, que tiene un diámetro menor que el diámetro interno de la pieza superior del asiento (1.4), permanece dentro del asiento (1.4) de la chimenea. Por medio de la pieza inferior del anillo interno de la Pesada Base (1.2) se suspende la definitiva pieza (1.3) plegable de la chimenea solar flotante. Esta pieza (1.3) plegable, tipo acordeón o de fuelle, está fabricada de modo similar a la chimenea principal, con la diferencia de que los anillos D1 de globos que la constituyen, en lugar de la válvula de relleno tiene una única abertura (o una válvula especial) que permite al aire del medio ambiente entrar y salir de ellos, dependiendo de la inclinación de la chimenea solar flotante. La altura de la pieza plegable se calcula de modo que pueda admitir la inclinación máxima de la chimenea solar principal.

Los hilos de elevada resistencia y altos módulos de rendimiento, combinados con los anillos D2 intermedios de soporte, aseguran la resistencia de esta pieza plegable a las fuerzas que la misma recibe y no permiten la deformidad de la sección transversal cuando se inclina y despliega. Esto permite el funcionamiento uniforme de la chimenea solar flotante cuando los vientos exteriores parecen obligar a la chimenea solar a admitir un ángulo de inclinación en equilibrio.

Si una chimenea solar flotante se encuentra libre de la presencia de los vientos exteriores, mantendrá una posición vertical, obligada por la fuerza neta de elevación de los anillos D1, (figura 1a) de globos de la chimenea principal. Los vientos exteriores obligan a la chimenea solar flotante a admitir una inclinación que la pesada base permite y finalmente la pieza plegable la admite, según se muestra en la figura 1b. El ángulo de inclinación será el que mediante el cual la fuerza de arrastre normal, desde la vertical sobre el componente de la velocidad del viento en la chimenea, sea igual al componente del equilibrio compensador de la fuerza de elevación neta de la chimenea solar flotante.

En este caso el campo dinámico de flujo de los vientos exteriores facilita la salida del aire caliente en la parte superior de la chimenea solar, y en consecuencia facilita el movimiento por aspiración ascendente del aire templado en el interior de la chimenea principal,

Esta acción compensa potencialmente la reducción de la altura útil de las chimeneas solares flotantes debido a la inclinación que admite cuando aparece el viento exterior. De este modo la potencia o rendimiento producido mediante la chimenea solar flotante puede ser prácticamente independiente de los vientos exteriores.

El lugar apropiado para la instalación de esta estación solar para producir energía eléctrica se debería elegir con el fin de que los vientos locales previstos no excedan cierta fuerza por razones de seguridad. Los hilos de elevada resistencia a través de los cuales se realiza la sujeción de los anillos D2 entre ellos y la sujeción definitiva a la Pesada Base (1.2) pueden garantizar la sujeción segura de la chimenea solar flotante bajo las condiciones más desfavorables de los vientos exteriores aún incluso si estos no tienen prácticamente la probabilidad de aparecer.

REIVINDICACIONES

1. Una chimenea solar flotante que comprende una estructura cilíndrica más ligera que el aire utilizada como activador del aire templado por aspiración ascendente cuando se utiliza en colaboración con un colector solar circular un conjunto de turbinas eólicas unidas mediante engranajes al generador eléctrico respectivo para la producción de electricidad, las estructuras cilíndricas más ligeras que el aire proporcionan aislamiento térmico al aire ascendente dentro de ellas. La chimenea solar flotante se **caracteriza** porque comprende adicionalmente:

- una estructura cilíndrica regulable más ligera que el aire, la cual comprende:

una unidad (1.1) principal de chimenea que incluye una pluralidad de piezas (1.5) flotantes dinámicamente independientes, en las que cada pieza flotante dinámicamente independiente incluye al menos un anillo de globos tubulares fabricados en un tejido que contiene un gas no inflamable, más ligero que el aire y en la que cada pieza (1.5) flotante dinámicamente independiente incluye adicionalmente al menos un anillo de soporte, fabricado de aluminio, plástico o material compuesto, con el fin de soportar las fuerzas de compresión y en la que al menos un anillo de globos cilíndricos y al menos un anillo de soporte de cada pieza flotante dinámicamente independiente se encuentran interconectadas, y en las que cada pieza (1.5) flotante dinámicamente independiente se separa de la pieza (1.5) contigua flotante dinámicamente independiente mediante un anillo de globos tubulares independientes, fabricado de tejido, relleno de aire procedente del medio ambiente, configurado para admitir y emitir aire libremente, con lo cual cada pieza (1.5) flotante dinámicamente independiente está capacitada para moverse de forma independiente de cada una de las piezas contiguas flotantes dinámicamente independientes;

una unidad (1.2) base acoplada a la unidad de chimenea principal, en la que cada pieza (1.5) flotante dinámicamente independiente de la unidad (1.1) de la chimenea principal se sujeta de forma independiente a la unidad (1.2) base, utilizando al menos tres hilos y en la que la unidad (1.2) base incluye un anillo superior y un anillo inferior que tienen un peso igual y diferentes diámetros exteriores, y en la que el anillo superior y el anillo inferior están firmemente unidos, y en la que el peso total de la unidad base es mayor que la fuerza neta de elevación de la unidad de la chimenea principal;

una unidad (1.3) plegable dinámicamente variable acoplada a la unidad (1.2) base, en la que la unidad plegable dinámicamente variable se sujeta al anillo inferior de la unidad base y tiene una configuración flexible en forma de acordeón, y en la que la unidad plegable dinámicamente variable incluye una pluralidad de anillos de globos y una pluralidad de anillos de soporte, y en la cual la pluralidad de anillos de globos de la unidad plegable dinámicamente variable tiene cada uno una abertura y una válvula configurada para retirar y admitir libremente el aire del medio ambiente, en la cual la unidad plegable dinámicamente variable está configurada para flexionarse de acuerdo con la orientación de la unidad (1.1) de chimenea principal y la unidad (1.2) base, debido a los vientos (1.6) externos;

y un asiento (1.4) de chimenea configurado para alojar la unidad (1.2) base y la unidad (1.3) plegable dinámicamente variable, y en la que al menos una porción (1.2) base se asienta sobre la porción superior del asiento (1.4) de la chimenea, y en la que al menos una porción de la unidad (1.3) plegable dinámicamente variable está contenida dentro del asiento de la chimenea, y en el que un diámetro exterior del anillo superior es mayor que un diámetro exterior del asiento de la chimenea, y un diámetro exterior del anillo inferior es más pequeño que un diámetro interno del asiento de la chimenea.

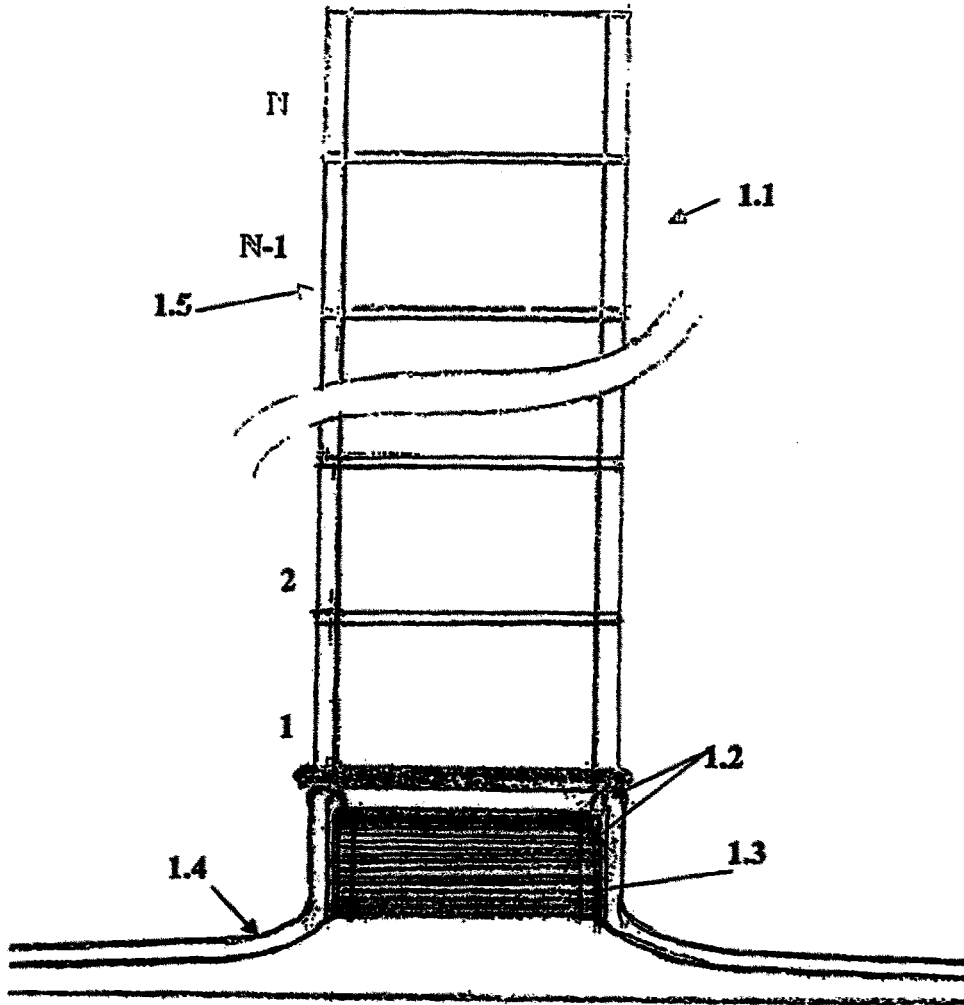
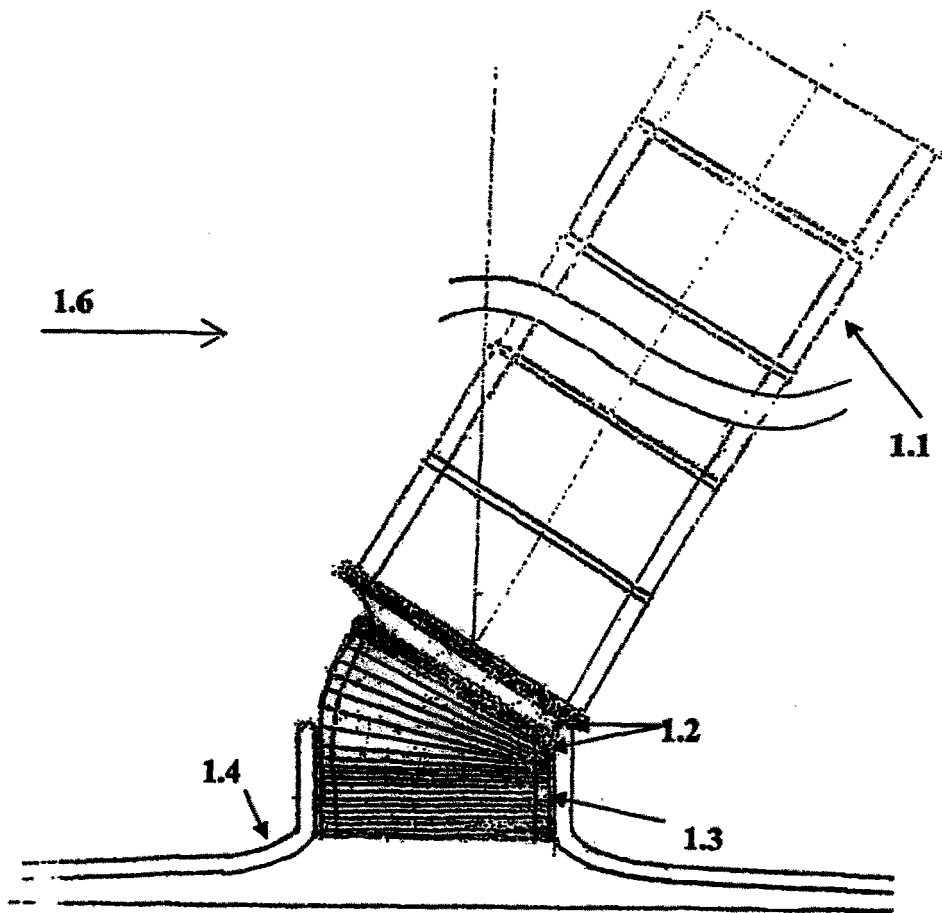
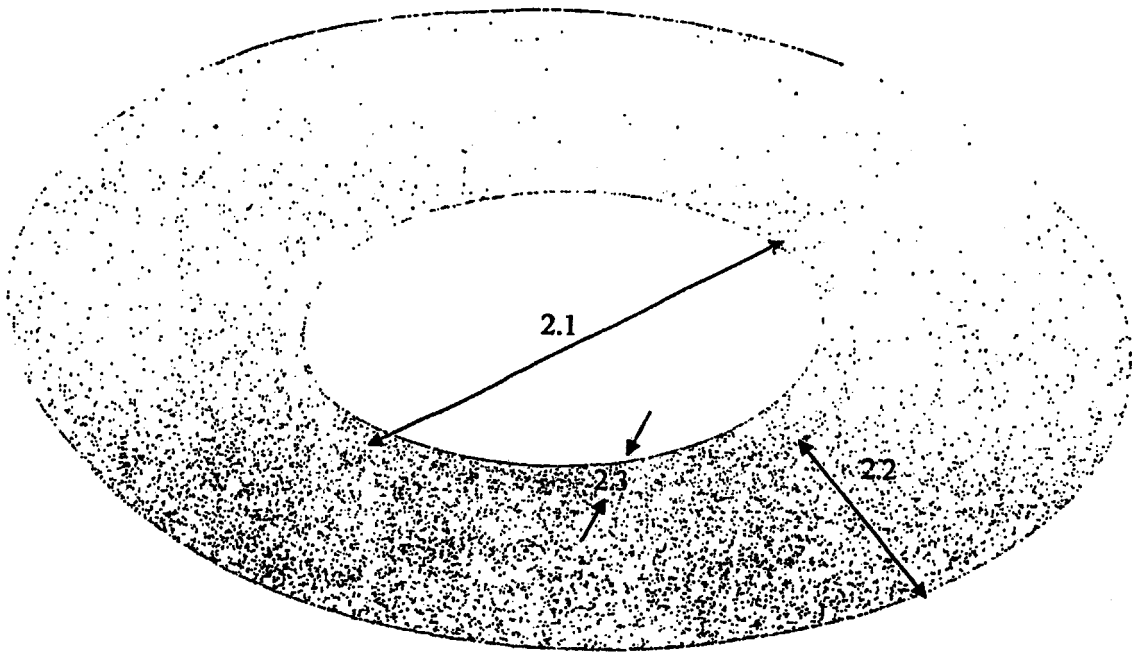


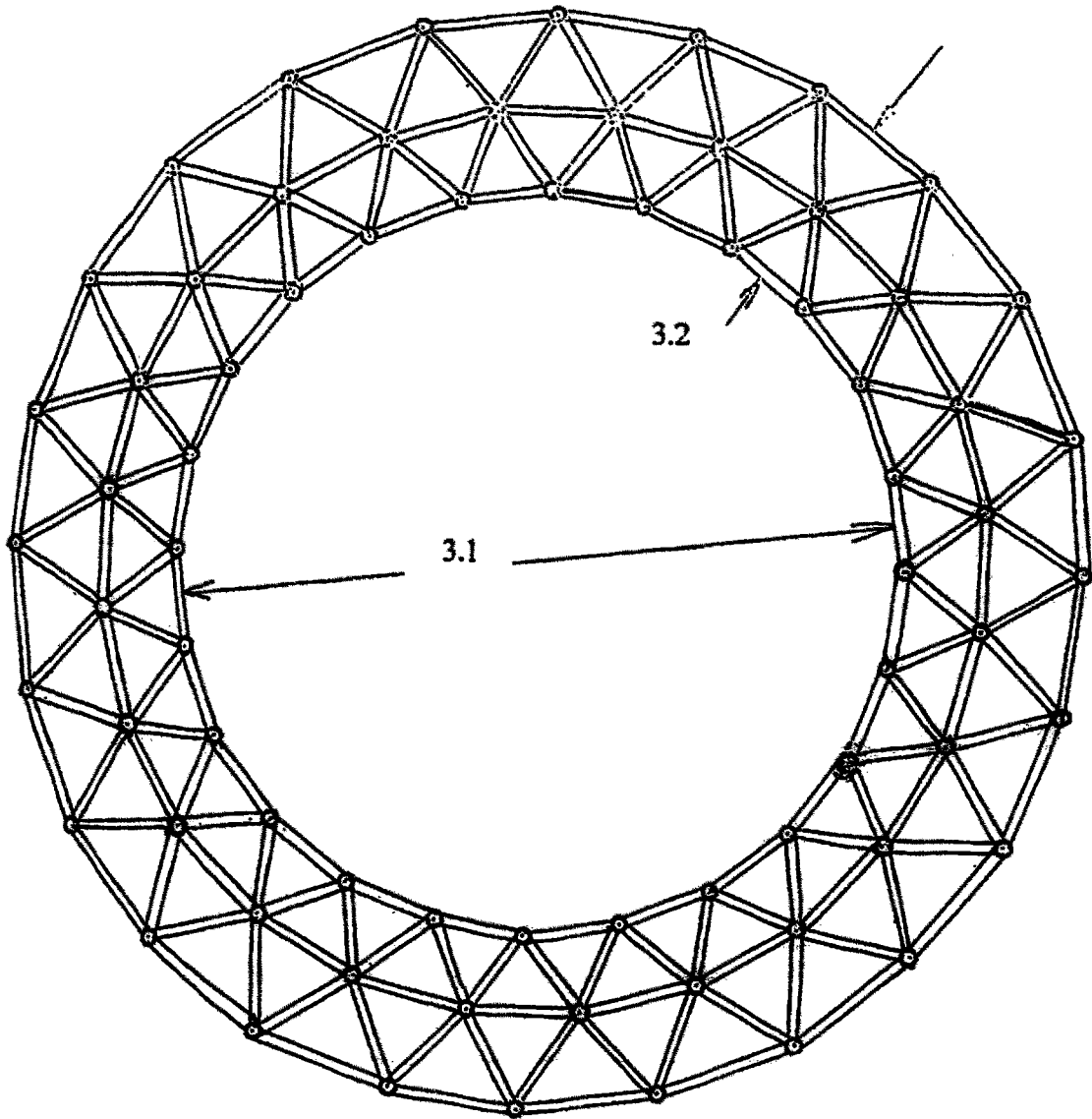
FIGURA 1 (a)



FIGUR A1 (b)



**FIGURA 2**



**FIGURA 3**