

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 589 962**

21 Número de solicitud: 201500269

51 Int. Cl.:

**E04G 21/00** (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

**17.04.2015**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**17.11.2016**

56 Se remite a la solicitud internacional:

**PCT/ES2016/000043**

71 Solicitantes:

**GAMESA INNOVATION & TECHNOLOGY, S.L.**  
**(100.0%)**

**Parque Tecnológico de Zamudio, Edificio 100**  
**48170 Zamudio (Bizkaia) ES**

72 Inventor/es:

**BALLESTER MUÑOZ, Francisco;**

**RICO ARENAL, Jokin;**

**FERNANDEZ GIL, Jorge y**

**PEREZ FERNANDEZ, Francisco Javier**

54 Título: **Dispositivo de unión de un tramo metálico con un tramo de hormigón en una torre hueca híbrida**

57 Resumen:

Dispositivo de unión de un tramo metálico con un tramo de hormigón en una torre hueca híbrida. Está formado por un conjunto de pernos (23) pasantes por uno de sus extremos por orificios de un anillo de anclaje (25) y fijados a ambos lados del mismo por un primer conjunto de tuercas (33) y quedando dispuesto para unirse por su otro extremo a la base (17) del tramo metálico (15) por un segundo conjunto de tuercas (35). El anillo de anclaje (25) incluye un conjunto de conectores (29) que se extienden exteriormente e interiormente al mismo en una dirección sustancialmente perpendicular a los pernos (23) y que están dispuestos de manera que no interfieran con las armaduras (19). La invención también se refiere a una torre hueca que comprende al menos un tramo metálico (15) unido a un tramo de hormigón (11) mediante dicho dispositivo de unión.

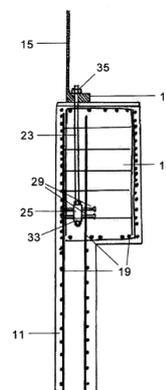


FIG. 4a

DESCRIPCIÓN

**DISPOSITIVO DE UNION DE UN TRAMO METALICO CON UN TRAMO DE HORMIGON EN UNA TORRE HUECA HÍBRIDA**

**CAMPO DE LA INVENCION**

5

La invención se refiere a torres huecas y de gran altura como las que sustentan aerogeneradores de varios MW de potencia y, más en particular, a un dispositivo de unión de un tramo metálico con un tramo de hormigón en una torre híbrida hueca.

10

**ANTECEDENTES**

15

El desarrollo e innovación en el campo de los aerogeneradores durante las últimas décadas ha dado como resultado el aumento del tamaño y de la potencia de las turbinas de los mismos lo que conlleva un aumento de las dimensiones en altura y en diámetro de las torres que los sustentan.

Entre las arquitecturas de torres aptas para satisfacer esos requisitos se encuentran las torres híbridas formadas por un conjunto de tramos de hormigón en la parte baja de la torre y uno o más tramos metálicos en la parte alta.

20

Para la unión de un tramo metálico a un tramo de hormigón probablemente la solución más utilizada es (ver Figuras 1a y 1b) utilizar barras pretensadas de acero 5 dispuestas en una zona ensanchada 13 en el extremo superior del tramo de hormigón 11 fijadas a una placa de anclaje 7 mediante tuercas 8. Una vez finalizada la construcción del tramo de hormigón 11, las barras pretensadas de

25

acero 5 quedan embebidas en el hormigón de dicha zona ensanchada 13 con unos extremos sobresalientes dispuestos para servir de medios de unión con la base 17 del tramo metálico 15 junto con las tuercas 9.

30

En una variante de esa solución las placas de anclaje 7 no están embebidas por el hormigón de la zona ensanchada 13. Entre sus inconvenientes cabe señalar los siguientes:

- Las barras pretensadas de acero 5 tienen que colocarse una a una con las dificultades que ello conlleva teniendo en cuenta la situación en altura del tramo de hormigón 11. Se ralentiza, pues, el proceso de montaje de la torre.

5 - Se requiere una plataforma para poder acceder a las placas de anclaje 7 de las barras pretensadas de acero 5.

- Las tolerancias máximas para el correcto posicionamiento de las barras pretensadas de acero 5 son grandes. Pueden ocurrir desplazamientos relativos entre los conductos durante el hormigonado.

10 - En el caso de torres de hormigón on-site, el proceso de montaje está severamente penalizado.

En otra variante de la solución mencionada anteriormente las placas de anclaje 7 están embebidas por el hormigón de la zona ensanchada 13. Entre sus inconvenientes cabe señalar los siguientes:

15 - Es más difícil asegurar el correcto posicionamiento de las barras pretensadas de acero 5. Pueden ocurrir desplazamientos relativos entre ellas durante el hormigonado.

- En caso de torres de hormigón on-site, el proceso de montaje está severamente penalizado.

20 La presente invención está enfocada a la solución de esos inconvenientes.

## **SUMARIO DE LA INVENCION**

25 En un primer aspecto, la invención proporciona un dispositivo de unión de un tramo metálico a un tramo de hormigón de una torre hueca en los que el segundo tiene una zona ensanchada con armaduras de refuerzo para servir de base de apoyo del primero. El dispositivo de unión está formado por conjunto de pernos pasantes por uno de sus extremos por orificios de un anillo de anclaje y fijados a ambos lados del mismo por un primer conjunto de tuercas y dispuestos  
30 para unirse por su otro extremo a la base del tramo metálico mediante un segundo conjunto de tuercas. El anillo de anclaje incluye un conjunto de conectores que se extienden exteriormente e interiormente al mismo en una

dirección sustancialmente perpendicular a los pernos y están dispuestos de manera que no interfieran con las armaduras de refuerzo. El dispositivo de unión queda embebido en la zona ensanchada del tramo de hormigón, salvo los extremos de los pernos destinados a unirse al tramo metálico. Ese dispositivo  
5 proporciona una estructura de anclaje muy eficiente para los pernos puesto que permite utilizar un anillo de anclaje de anchura reducida lo que facilita su instalación en el tramo de hormigón al proporcionar dichos conectores una superficie adicional de contacto con el hormigón para transmitirle por adherencia los esfuerzos recibidos por los pernos.

10 El dispositivo de unión de la invención es especialmente ventajoso cuando el tramo metálico y el tramo de hormigón tienen forma cilíndrica y/o troncocónica. El anillo de anclaje tiene forma circular, los pernos están situados a la misma distancia del centro del anillo de anclaje y las barras están dispuestas en dirección radial.

15 En una realización, el anillo de anclaje tiene una sección transversal rectangular y dichos conectores están unidos a las superficies laterales del anillo de anclaje y dispuestos alternadamente a distinta distancia respecto a sus bordes superiores.

Ventajosamente, los conectores del anillo de anclaje están configurados  
20 con un extremo protuberante para aumentar su capacidad de adherencia al hormigón.

En un segundo aspecto, la invención proporciona una torre hueca que comprende al menos un tramo metálico unido a un tramo de hormigón mediante el dispositivo de unión mencionado.

25 Otras características deseables y ventajas de la invención se harán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada y de las reivindicaciones adjuntas en relación con las figuras que se acompañan.

### **BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS**

30

La Figura 1a es una vista en sección transversal de la zona de unión de un tramo metálico y un tramo de hormigón de una torre hueca con un dispositivo

de unión conocido en la técnica y la Figura 1b es una vista parcial en perspectiva de la parte inferior de una barra fijada a una placa de anclaje de las que se utilizan en dicho dispositivo de unión.

La Figura 2a es una vista en sección transversal de una jaula de pernos  
5 utilizada para unir un tramo metálico de una torre hueca a su cimentación y la Figura 2b es una vista parcial en perspectiva de la sección inferior de dicha jaula de pernos.

La Figura 3a es una vista en sección transversal de la zona de unión de un tramo metálico y un tramo de hormigón de una torre hueca que muestra los  
10 problemas que plantearía la utilización de una jaula de pernos del tipo de la ilustrada en la Figura 2a y la Figura 3b es una vista parcial en perspectiva de la sección inferior de dicha jaula de pernos.

La Figura 4a es una vista en sección transversal de la zona de unión de un tramo metálico y un tramo de hormigón de una torre hueca que incluye un  
15 dispositivo de unión según la invención. La Figura 4b es una vista parcial en perspectiva de la parte inferior de dicho dispositivo de unión. Las Figuras 4c, 4d y 4e son vistas del dispositivo de unión en, respectivamente, planta, alzado lateral parcial y alzado frontal parcial.

## 20 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

En la presente invención se propone la utilización de una jaula de pernos como dispositivo de unión de un tramo metálico a un tramo de hormigón de una torre hueca del tipo de las utilizadas para soportar aerogeneradores en el que  
25 dichos tramos tienen forma cilíndrica y/o troncocónica.

En la unión de una torre metálica 16 a una cimentación es bien conocida la utilización de una jaula de pernos (ver Figuras 2a y 2b) formada por un conjunto de pernos 22 unidos a un anillo de anclaje 24 mediante tuercas 34 dispuestas a ambos lados del mismo. El conjunto de pernos 22 está dispuesto  
30 en dicho anillo de anclaje 24 siguiendo las trazas de dos circunferencias concéntricas y a una distancia prefijada entre ellos.

5 Esa jaula de pernos se instala en el hueco de cimentación de la torre metálica 16 dejando los extremos libres de los pernos 22 sobresaliendo del plano del terreno 12 de manera que puedan servir de medios de unión con la base 14 de la torre metálica 16 tras aplicarles las tuercas 36. En una etapa posterior se procede al hormigonado de la cimentación quedando pues la jaula de pernos embebida en hormigón.

Con esa estructuración, los pernos 22 transmiten tanto las fuerzas de pretensado como las que tratan de abrir/descomprimir la junta acero/hormigón a la cimentación por medio del anillo de anclaje 24.

10 En el caso de torres híbridas, la solución de la jaula de pernos es potencialmente interesante para la unión de un tramo metálico 15 con una base 17 a un tramo de hormigón 11 con una zona ensanchada 13 en su borde en contacto con el tramo metálico 15. Una aplicación directa de la misma (ver Figuras 3a y 3b) muestra que:

15 - En el área en la que debe quedar situado el anillo de anclaje 24 hay una gran cantidad de armaduras de refuerzo 19 de la zona ensanchada 23.

- El anillo de anclaje 24 necesario para transmitir los esfuerzos de la jaula de pernos al hormigón es demasiado grande.

20 - El espacio libre disponible en la zona ensanchada 23 es escaso dada la necesidad de dar continuidad a las armaduras de refuerzo 19.

Como consecuencia de todo ello, existe una alta probabilidad de interferencia entre el anillo de anclaje 24 y las armaduras de refuerzo 19 que hacen poco viable la aplicabilidad de la jaula de pernos al dificultar el correcto posicionamiento de las armaduras de refuerzo 19.

25 Para solucionar ese problema se propone (ver Figuras 4a-4e) un dispositivo de unión en forma de jaula de pernos. El conjunto de pernos 23 está dispuesto en un anillo de anclaje 25 siguiendo la traza de una circunferencia y a una distancia prefijada entre ellos. Están fijados al anillo de anclaje 25 mediante tuercas 33. El dispositivo de unión comprende adicionalmente un conjunto de  
30 conectores 29 dispuestos en dirección radial a ambos lados del anillo de anclaje 25 que complementan al anillo de anclaje 25 como medios de transmisión de esfuerzos al hormigón por adherencia. Los conectores 29 están configurados

preferentemente con un extremo protuberante para mejorar su capacidad de adherencia al hormigón. Los extremos libres de los pernos 23 se fijan a la base 17 del tramo metálico 15 mediante tuercas 35.

5 Con esa configuración se reduce la anchura del anillo de anclaje 25 evitando con ello interferencias con las armaduras de refuerzo 19. Por su parte, la anchura reducida del anillo de anclaje 25 facilita el espacio necesario para que los pernos 23 pasen a través de él de manera que se facilite el ajuste entre las formas del tramo de hormigón 11 y el tramo metálico 15.

10 En la realización preferente ilustrada en las Figuras el anillo de anclaje 25 tiene una sección transversal rectangular y los conectores 29 están dispuestos alternadamente a distancias diferentes de los bordes superiores para facilitar su compatibilidad con las armaduras de refuerzo 19.

15 Aunque la presente invención ha sido descrita en relación con diversas realizaciones, se apreciará a partir de la descripción que se pueden hacer diversas combinaciones de elementos, variaciones o mejoras en ella, y están dentro del alcance de la invención según se define en las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Dispositivo de unión de un tramo metálico (15) a un tramo de hormigón (11) de una torre hueca del tipo que el tramo de hormigón (11) comprende una zona ensanchada (13) en su extremo en contacto con el tramo metálico (15) con armaduras de refuerzo (19) ,el tramo metálico (15) comprende una base (17) dispuesta para apoyarse en dicha zona ensanchada (13) , el dispositivo de unión comprende un conjunto de pernos (23) pasantes por uno de sus extremos por orificios de un anillo de anclaje (25) y fijados a ambos lados del mismo por un primer conjunto de tuercas (33) y quedando dispuesto su otro extremo para atravesar orificios cooperantes de la base (17) del tramo metálico (15) y quedar fijados a ella mediante un segundo conjunto de tuercas (35), estando dispuesto dicho dispositivo de unión para quedar embebido por el hormigón de dicha zona ensanchada (13) salvo en los extremos del conjunto de pernos (23) destinados a fijarse a la base (17) del tramo metálico (15) caracterizado porque, dicho anillo de anclaje (25) también comprende un conjunto de conectores (29) que se extienden exteriormente e interiormente al mismo en una dirección sustancialmente perpendicular a los pernos (23) reduciendo la anchura del anillo del anclaje (25) evitando con ello interferencias con las armaduras de refuerzo (19).

20

2. Dispositivo de unión según la reivindicación 1, caracterizado porque el tramo metálico (15) y el tramo de hormigón (11) tienen forma cilíndrica y/o troncocónica, el anillo de anclaje (25) tiene forma circular, los pernos (23) están situados a la misma distancia del centro del anillo de anclaje (25).

25

3. Dispositivo de unión según la reivindicación 1, caracterizado porque dichos conectores (29) están dispuestos en dirección radial respecto al anillo de anclaje (25).

4. Dispositivo de unión según la reivindicación 3, caracterizado porque el anillo de anclaje (25) tiene una sección transversal rectangular y dichos conectores (29) están unidos a las superficies laterales del anillo de anclaje

(25) y dispuestos alternadamente a distinta distancia respecto a sus bordes superiores.

5 5. Dispositivo de unión según la reivindicación 4, caracterizado porque dichos conectores (29) están configurados con un extremo protuberante (26).

10 6. Torre hueca que comprende al menos un tramo metálico (15) unido a un tramo de hormigón (11) mediante un dispositivo de unión del tipo que el tramo de hormigón (11) comprende una zona ensanchada (13) con armaduras de refuerzo (19) en su extremo en contacto con el tramo metálico (15) , el tramo metálico (15) comprende una base (17) apoyada en dicha zona ensanchada (13) , el dispositivo de unión comprende un conjunto de pernos (23) pasantes por uno de sus extremos por orificios de un anillo de anclaje (25) y fijados a ambos lados del mismo por un primer conjunto de tuercas (33) y pasantes por el otro extremo por orificios cooperantes de la base (17) del tramo metálico (15) y fijados a ella mediante un segundo conjunto de tuercas (35) ,  
15 estando dispuesto dicho dispositivo de unión en dicha zona ensanchada (13) del tramo de hormigón (11) salvo en los extremos del conjunto de pernos (23) fijados a la base (17) del tramo metálico (15) caracterizada porque dicho anillo de anclaje (25) también comprende un conjunto de conectores (29) que se  
20 extienden exteriormente y e interiormente al mismo en una dirección sustancialmente perpendicular a los pernos (23) reduciendo la anchura del anillo del anclaje (25) evitando con ello interferencias con las armaduras de refuerzo (19).

25 7. Torre hueca según la reivindicación 6, caracterizado porque el tramo metálico (15) y el tramo de hormigón (11) tienen forma cilíndrica y/o troncocónica, el anillo de anclaje (25) tiene forma circular, los pernos (23) están situados a la misma distancia del centro del anillo de anclaje (25);

8. Torre hueca según la reivindicación 6, caracterizado porque dichos conectores (29) están dispuestos en dirección radial respecto al anillo de anclaje (25).

9. Torre hueca según la reivindicación 8, caracterizado porque el anillo de anclaje (25) tiene una sección transversal rectangular y dichos conectores (29) están unidos a las superficies laterales del anillo de anclaje (25) y dispuestos alternadamente a distinta distancia respecto a sus bordes superiores.

5

10. Torre hueca según cualquiera de las reivindicaciones 7-9, caracterizado porque dichos conectores (29) están configurados con un extremo protuberante (26).

10

15

20

25

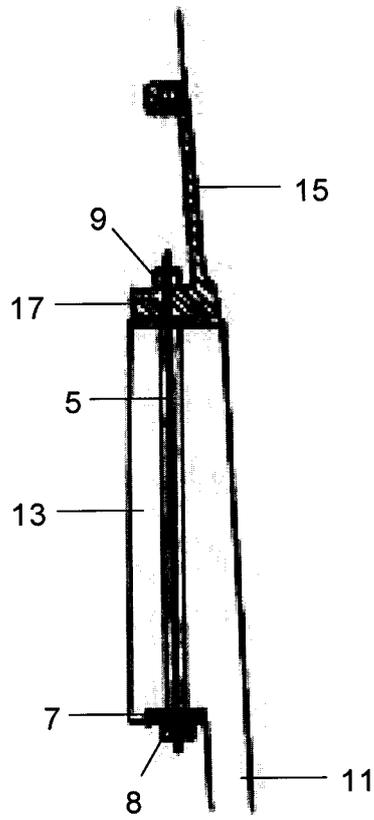


FIG. 1a

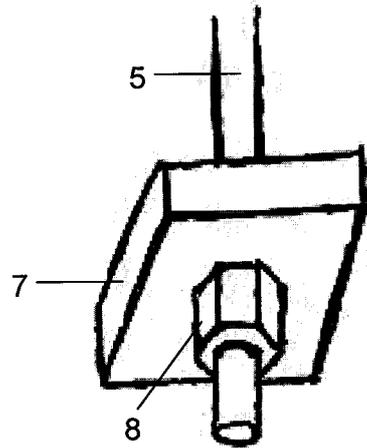


FIG. 1b

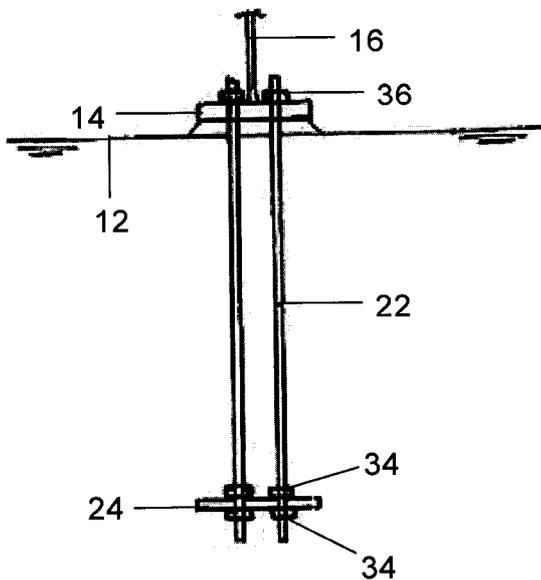


FIG. 2a

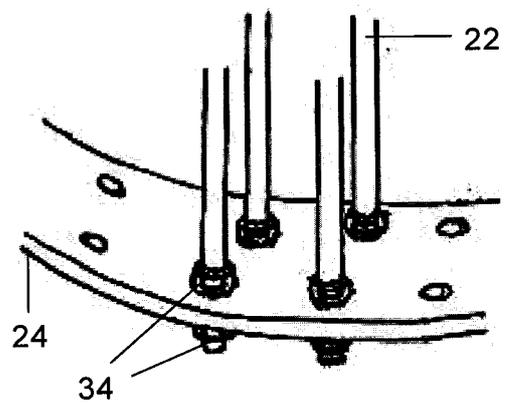


FIG. 2b

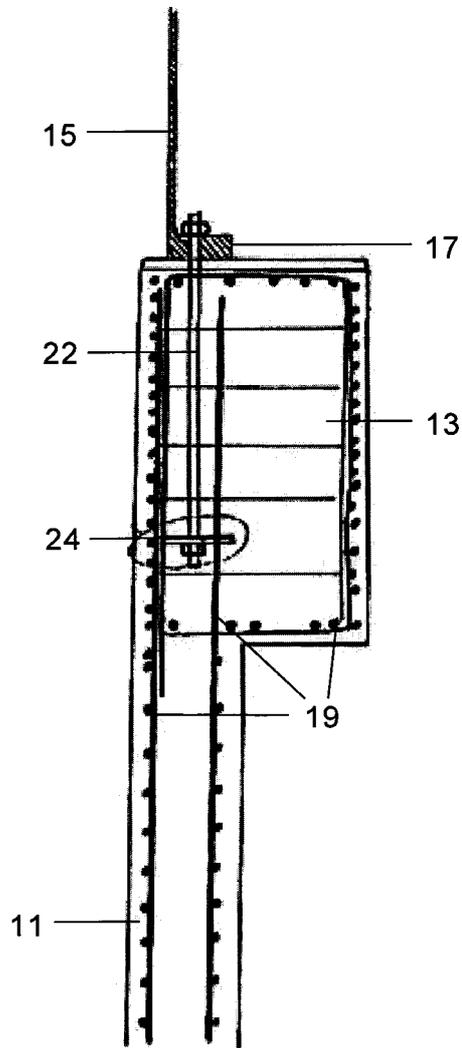


FIG. 3a

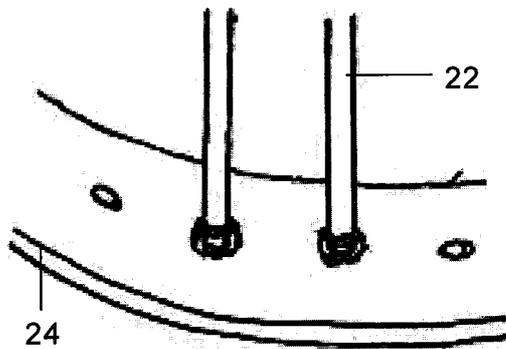


FIG. 3b

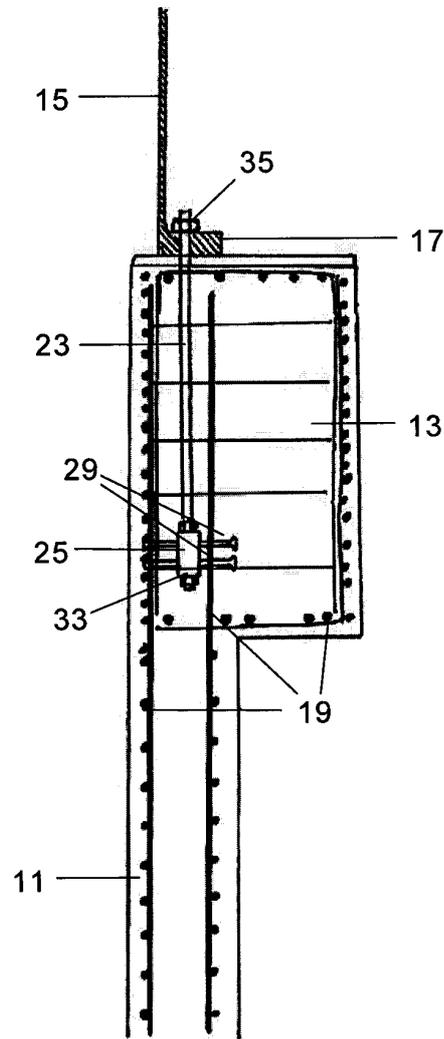


FIG. 4a

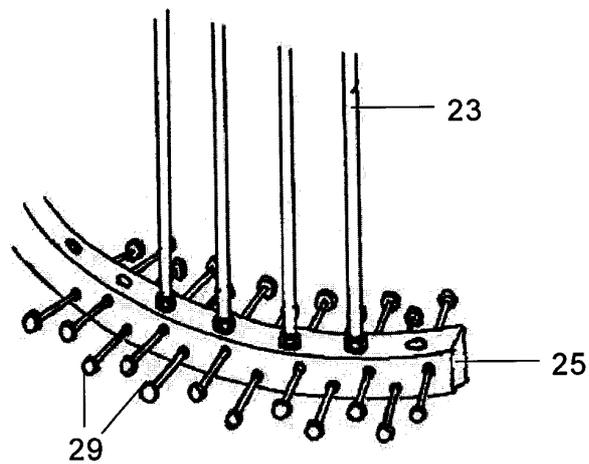


FIG. 4b

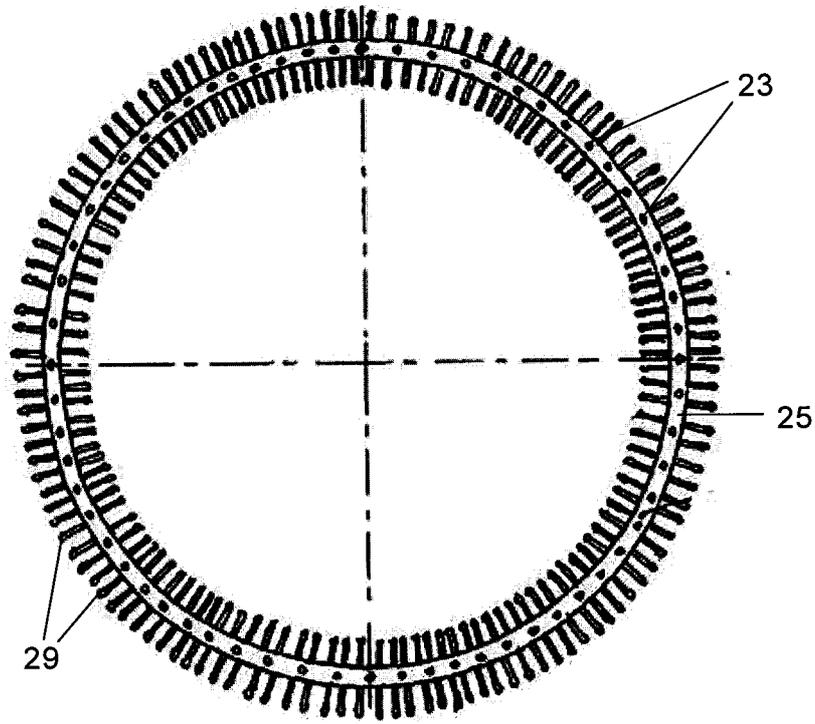


FIG. 4c

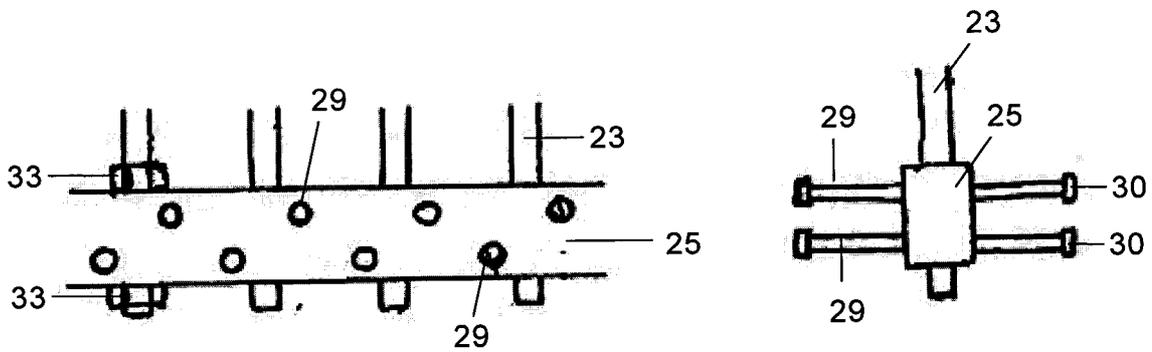


FIG. 4d

FIG. 4e