

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 959 462**

51 Int. Cl.:

**F03D 80/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.06.2011 PCT/US2011/040596**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.12.2011 WO11159848**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.06.2011 E 11796404 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.07.2023 EP 2582968**

54 Título: **Instalación para producir energía eléctrica a partir del viento**

30 Prioridad:

**15.06.2011 US 201113161471  
15.06.2010 US 397665 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**26.02.2024**

73 Titular/es:

**BAKER, BROOKES H. (100.0%)  
5 Chelsea Dr.  
Fort Worth, Texas 76134, US**

72 Inventor/es:

**BAKER, BROOKES H.**

74 Agente/Representante:

**FERNÁNDEZ POU, Felipe**

ES 2 959 462 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**

Instalación para producir energía eléctrica a partir del viento

5 **Antecedentes de la invención**

**Campo de la invención:**

10 Esta invención se refiere en general a dispositivos de generación de energía, y más particularmente a una instalación de generación de energía eólica.

**Descripción de la técnica relacionada:**

15 La técnica anterior enseña el uso de una cubierta para aumentar la velocidad de un viento predominante en una garganta de la cubierta, para aumentar la capacidad de una turbina para capturar energía del viento. Sin embargo, las cubiertas de la técnica anterior no enseñan una cubierta que tenga una forma que aumente la masa del viento que pasa a través de la cubierta y también minimice el arrastre sobre la cubierta.

20 El documento de Yamamoto, U.S. 7,293,960, por ejemplo, enseña una instalación de generación de viento flotante que incluye cubiertas de forma hexagonal. La forma de las cubiertas, y en particular de las superficies exteriores de las cubiertas, tiene una forma que creará una resistencia considerable.

25 El documento de Friesth, U.S. 2008/12417, enseña una cubierta que incluye una cara plana y una superficie exterior plana de forma no aerodinámica que juntas crean una resistencia sustancial.

La instalación enseñada en la presente divulgación también incluye una construcción de torre que puede ser extremadamente alta. En una estructura tan alta, es importante minimizar el arrastre para evitar que la torre falle con vientos extremos.

30 La técnica anterior combina algunas torres sustanciales para optimizar la captura de energía del viento en una pequeña base de cimientos cuadrada. Friesth enseña una construcción de torre que incluye una torre central y una pluralidad de tensores para proporcionar estabilidad lateral y torsional. Otro ejemplo de una construcción de torre similar se muestra en el documento de Weisbrich, U.S. 5,520,505.

35 Otro ejemplo de un convertidor de energía eólica de la técnica anterior se conoce por el documento de Friesth, U.S. 2008/093861.

**Compendio de la invención**

40 La presente invención enseña ciertos beneficios en la construcción y el uso que dan lugar a los objetivos que se describen a continuación.

45 La presente invención proporciona una instalación para producir energía eléctrica a partir de un viento predominante. La instalación incluye una pluralidad de cubiertas, una pluralidad de turbinas eólicas, un sistema de potencia, una pluralidad de módulos, un sistema de montaje pivotante y una estructura de soporte. Cada cubierta tiene una garganta que aumenta la velocidad del viento predominante que pasa a través de la cubierta. Cada una de las múltiples turbinas eólicas se posiciona operativamente en la garganta de una de la pluralidad de cubiertas. El sistema de potencia se adapta para convertir la energía mecánica de la pluralidad de turbinas eólicas en energía eléctrica.

50 Un objetivo principal de la presente invención es proporcionar una instalación que tenga ventajas no enseñadas por la técnica anterior.

55 Otro objetivo es proporcionar una instalación que aumente la producción de potencia en el árbol de la turbina en un factor de aproximadamente 3,3 con respecto a la producción de turbinas eólicas del mismo tamaño no equipadas con cubiertas a las mismas velocidades del viento.

60 Otro objetivo es proporcionar una instalación que sea capaz de producir energía a velocidades del viento aproximadamente dos tercios de las velocidades mínimas requeridas para producir energía mediante turbinas del mismo tamaño sin cubiertas, y la consiguiente capacidad de producir de manera factible energía en muchas áreas geográficas con velocidades normales del viento inferiores a las requeridas por las turbinas eólicas convencionales.

65 Otro objetivo es proporcionar una instalación que sea capaz, en virtud de las nuevas áreas geográficas disponibles para la energía eólica, de proporcionar energía en los puntos de demanda, o cerca de estos, y reducir o eliminar la necesidad de proporcionar instalaciones de transmisión de energía adicionales para una

mayor producción de potencia. Esta ubicación también reduce las pérdidas de energía debido a la transmisión a largas distancias, reduciendo así el coste de la energía para el usuario.

5 Otro objetivo es proporcionar una instalación que mejore la eficiencia de la producción de potencia al enrutar la salida de las turbinas a una batería de generadores de diferentes tamaños que puedan funcionar en diferentes intervalos de eficiencia óptima en un intervalo más amplio de velocidades del viento.

10 Otro objetivo es proporcionar una instalación que sea capaz de mejorar aún más la eficiencia de producción de potencia al combinar el flujo de fluido hidráulico de las dos bombas en un módulo a un conjunto de controles, motores y generadores.

15 Otro objetivo es proporcionar una instalación que incluya una estructura de soporte de torre que reduzca en gran medida la cantidad de terreno necesaria para la producción de energía eólica en relación con las instalaciones de generación de energía eólica convencionales. Esta construcción también permite la utilización de mayores velocidades del viento en elevaciones más altas en relación con las instalaciones de generación de energía eólica convencionales.

20 Un objetivo adicional es proporcionar una instalación que pueda realizarse a escala, más grande o más pequeña, para satisfacer una variedad de necesidades.

Otras características y ventajas de la presente invención resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción más detallada, junto con los dibujos adjuntos, que ilustran, a modo de ejemplo, los principios de la invención.

## 25 **Breve descripción de los dibujos**

Los dibujos adjuntos ilustran la presente invención.

30 La Figura 1A es una vista en perspectiva de una instalación que ilustra una estructura de soporte y múltiples módulos, según una realización de la presente invención.

La Figura 1B es una vista en perspectiva de los múltiples módulos con la estructura de soporte retirada.

35 La Figura 2 es una vista esquemática de un sistema de potencia de la instalación.

La Figura 3A es una vista en perspectiva de una cubierta de la instalación.

La Figura 3B es una vista en sección de la cubierta tomada a lo largo de la línea 3B-3B en la Figura 3A.

40 La Figura 3C es una vista en perspectiva de una plataforma de la instalación.

La Figura 3D es un corte en perspectiva de la cubierta que muestra la plataforma de la Fig. 3C colocada dentro de la cubierta de la Fig. 3, y que también ilustra los soportes internos en la cubierta.

45 La Figura 3E es una vista en sección en alzado delantero del sistema de estructura interior de cubierta.

La Figura 4 es una vista en perspectiva en despiece ordenado del módulo y los carriles sobre los que se monta de forma rotatoria el módulo.

50 La Figura 5A es una vista en perspectiva del armazón superior.

La Figura 5B es un detalle del carro exterior.

55 La Figura 5C es una vista en perspectiva del armazón inferior.

La Figura 5D es un detalle del carro interior delantero.

La Figura 5E es un detalle del carro interior trasero.

60 La Figura 6 es una vista esquemática del sistema de control de módulo.

La Figura 7 es una vista en planta superior de la estructura de soporte, sin los módulos.

65 La Figura 8 es una vista en perspectiva de la torre central.

La Figura 9 es una vista en perspectiva de la torre periférica.

La Figura 10 es una vista en perspectiva del sistema de armadura y carriles.

La Figura 11 es una vista en perspectiva de la armadura de anillo.

5

La Figura 12 es una vista en alzado de la armadura radial.

La Figura 13 es una vista en alzado de la armadura periférica.

10

La Figura 14 es una vista en alzado de la armadura radial.

La Figura 15 es una vista en planta de los carriles.

15

La Figura 16 es una vista en alzado de pares de tensores.

### Descripción detallada de la invención

Las figuras de los dibujos descritos anteriormente ilustran la invención, una instalación para producir energía eléctrica a partir de un viento predominante por encima de una superficie.

20

La Figura 1A es una vista en perspectiva de una realización de la instalación. La Figura 1B es una vista en perspectiva de la instalación de la Fig. 1A, con una estructura de soporte retirada para ilustrar mejor los múltiples módulos de la instalación. La realización, individualmente o en instalaciones múltiples, es más eficiente para satisfacer grandes demandas de potencia donde los lugares de construcción son un bien escaso.

25

Como se ilustra en las Figs. 1A y 1B, la instalación incluye un sistema de potencia, una pluralidad de cubiertas, una pluralidad de turbinas eólicas, una pluralidad de módulos, un sistema de montaje pivotante y una estructura de soporte. La estructura de soporte soporta un gran número de turbinas eólicas muy por encima de la superficie (por ejemplo, tierra, agua u otra ubicación) para maximizar la cantidad de viento capturado y también para minimizar la huella de la instalación.

30

La Figura 2 muestra una vista esquemática de una realización del sistema de potencia. El sistema de potencia de la Fig. 2 incluye una turbina eólica 204, un sistema hidráulico 206, un sistema de generación eléctrica 208, puntales 210 y una plataforma 212. El sistema hidráulico 206 puede incluir una bomba 214, un sistema de control 216, motores 218, además de líneas y otros componentes 220. El sistema hidráulico 206 convierte la energía mecánica de la turbina 204, a través de la bomba 214, en energía en forma de flujo de fluido. Luego, el controlador 216 distribuye el flujo de fluido a los motores hidráulicos 218 apropiados. Los motores hidráulicos 218 convierten entonces el flujo de fluido en energía mecánica que se transmite a los generadores 222.

35

El sistema de control 216 del sistema de potencia incluye elementos de distribución (por ejemplo, válvulas) para distribuir el flujo de fluido desde la bomba a motores 218 de diferentes tamaños y una lógica para optimizar la producción de potencia. El sistema de control 216 también puede aceptar flujos de una pluralidad de bombas 214 en los módulos, ilustrados en la Fig. 4.

40

La turbina 204, la bomba 214 y una parte de las líneas y otros componentes 220 son soportados por los puntales 210. Los puntales 210 son soportados a su vez por la cubierta ilustrada en la Fig. 3A. El sistema de control 216, los motores 218, una parte del sistema de generación eléctrica 208 y una parte de las líneas hidráulicas y otros componentes 220 son soportados por la cubierta, como se analiza con mayor detalle a continuación. Si bien se ilustra una realización del sistema de potencia, también se pueden utilizar sistemas de energía alternativos conocidos en la técnica (por ejemplo, engranajes mecánicos y otras alternativas), y dichas realizaciones alternativas deben considerarse dentro del alcance de la presente invención.

50

La Fig. 3A muestra una realización de una de la pluralidad de cubiertas. Como se ilustra en la Fig. 3A, la cubierta es una carcasa hueca aerodinámica ubicada alrededor de la turbina eólica 204, como se ilustra en la Fig. 1A. La cubierta de la Fig. 3A puede ser un toroide de forma especial con un eje horizontal 324, una superficie interior 304 y una superficie exterior 306. La cubierta también tiene una parte delantera 308 y una trasera 310. Esta orientación delantera y trasera también se aplica a todos los componentes de los módulos, ilustrados en la Fig. 4. El viento se acerca a la cubierta desde la parte delantera 308 y sale por la parte trasera 310.

55

60

El diámetro mínimo D de la superficie interior 304 es la garganta 312. Las dimensiones de la cubierta y muchas otras dimensiones del sistema de energía eólica son proporcionales al diámetro D de la garganta 312. Como se ilustra en la Fig. 1A, la turbina 204 se ubica en la garganta 312.

65

La Figura 3B ilustra una sección de la cubierta de la Figura 3A. La cubierta de las Figs. 2A y 2B es una carcasa hueca de revolución, o toroide, formada por la trayectoria de la forma de la Fig. 3B rotada en un círculo completo

de 360 grados alrededor del eje horizontal 324. La forma de la Figura 3B incluye los puntos 326, 328, 332 y 338, más las líneas 330, 334, 336 y 340. La parte delantera 308 de la cubierta de la Figura 3A se define más específicamente como el círculo generado por el punto 326 cuando se rota la forma de la Fig. 3B. El punto 326 se ubica a una distancia de 0,7D del eje 324, pero puede ubicarse en el intervalo de 0,55D a 0,95D del eje 324.

5 La parte trasera 310 de la cubierta de la Figura 3A se define más específicamente como el círculo generado por el punto 328 cuando se rota la forma de la Fig. 3B. El punto 328 está a una distancia horizontal de 1,5D hacia la parte trasera del plano vertical que contiene el punto 326, pero puede ubicarse en el intervalo de 0,5D a 2,5D hacia la parte trasera del punto 326.

10 Como se ilustra en la Fig. 3B, la superficie exterior 306 de la cubierta de esta realización incluye una curva delantera exterior 330 que comienza en el punto 326 alejándose y perpendicular al eje 324. La dirección de la curva 330 puede variar hasta quince grados hacia atrás de la perpendicular al eje 324. La curva 330 termina yendo paralela y a una distancia de 0,75D del eje 324 en el punto 332. La dirección de la curva 330 en su terminación puede variar hasta diez grados con respecto a la paralela al eje 324. La distancia del punto 332 al

15 eje 324 puede variar de 0,6D a 2D. El punto 332 está a una distancia horizontal de 0,075D hacia atrás desde el punto 326. El punto 332 puede variar de 0,05D a 1,5D hacia atrás desde el punto 326. La curva 330 es un cuadrante de una elipse en la primera realización, pero puede adoptar cualquier forma. La línea trasera exterior 334 en la forma de la Fig. 3B comienza en el punto 332 y termina en el punto 328. La línea 334 varía en pendiente con respecto al eje 324 en la primera realización. La pendiente mínima de la línea 334 es de 4 grados hacia el eje 324 en el punto 332 y la pendiente máxima es de 6,5 grados hacia el eje 324 en el punto 328. La

20 pendiente de la línea 334 puede variar desde paralela al eje 324 hasta quince grados hacia el eje 324.

Como se ilustra en la Fig. 3B, la superficie interior 304 incluye una curva delantera interior 336 que comienza en el punto 326 yendo hacia el eje 324 y perpendicular a este. La dirección de la curva 336 en su origen puede

25 variar hasta quince grados hacia atrás de la perpendicular al eje 324. La curva 336 termina yendo paralela y a una distancia de 0,5D del eje 324 en el punto 338. La dirección de la curva 336 en su terminación puede variar hasta diez grados con respecto a la paralela al eje 324. En la presente realización, el punto 338 está a una distancia horizontal de 0,3D hacia atrás desde el punto 326. En realizaciones alternativas, el punto 338 puede variar de 0,1D a 1,5D hacia atrás desde el punto 326. La curva 336 es un cuadrante de una elipse en la primera

30 realización, pero pueden tener formas alternativas en diferentes realizaciones. La trayectoria del punto 338, cuando se rota alrededor del eje, forma la garganta 312 de la cubierta. La línea trasera interior 340 en la forma de la Figura 3B comienza en el punto 338 y termina en el punto 328. La línea 340 varía en pendiente con respecto al eje 324. La pendiente mínima de la línea 340 es de 4 grados desde el eje 324 en el punto 338. La pendiente máxima de la línea 320 es de 6,5 grados desde el eje 324 en el punto 328. La pendiente de la línea

35 340 puede variar desde cero grados hasta quince grados desde el eje 324.

La construcción de cubierta para esta realización incluye varias disposiciones adicionales como sigue: Proporciona una conexión estructural a las vigas de armazón 502 y 522. Proporciona soporte estructural para los puntales 210 y la plataforma 212. Proporciona refuerzo interior, ilustrado en la Figura 3E, según sea

40 necesario para la estabilidad estructural y para facilitar el ensamblaje. En esta realización, la cubierta puede construirse para incluir también la entrada (por ejemplo, una puerta) al interior de la carcasa. De esta manera, la cubierta puede proporcionar un área de trabajo interior según sea necesario para el mantenimiento del sistema de potencia. El área de trabajo interior puede proporcionar salida para dar servicio a la turbina 204, y además puede proporcionar iluminación interior y un sistema de ventilación para uso cuando el interior esté

45 siendo utilizado por personal de mantenimiento.

La Figura 3C es una vista en perspectiva de una realización de la plataforma 212 de la instalación. La Figura 3D es un corte en perspectiva de la cubierta que muestra la plataforma de la Figura 3C colocada dentro de la

50 cubierta de la Figura 3A. En la realización de las Figs. 3C y 3D, la plataforma 212 se posiciona dentro de la cubierta y contiene el sistema de control 216, los motores 218, una parte del sistema de generación eléctrica 208 y una parte de las líneas hidráulicas y otros componentes 220. En esta realización, la cubierta cumple el propósito adicional de contener y proteger la plataforma 212 y los componentes mencionados anteriormente, y proporcionar una ubicación segura para que los trabajadores de mantenimiento trabajen en estos

55 componentes.

Si bien la plataforma 212 puede ser interna a la cubierta, también puede ubicarse en otro lugar si se desea, o si la cubierta no es lo suficientemente grande para acomodarla. El sistema de generación eléctrica 208 incluye generadores de corriente continua 222 que aumentan de tamaño de pequeños a grandes, buses de módulo 224, un bus de corriente continua común 226 y un convertidor eléctrico de corriente alterna opcional 228. Los

60 generadores 222 y los buses de módulo 224 para cada módulo de la Figura 4 se ubican en la plataforma 212 para ese módulo de la Figura 4. El bus de corriente continua común 226 y el convertidor de corriente alterna opcional 228 pueden ubicarse en una base de la instalación de la Fig. 1A. El sistema de potencia de la Fig. 2 puede producir electricidad de corriente continua o electricidad de corriente alterna compatible con una red

65 eléctrica.

La Figura 3E es una vista en sección en alzado delantero del sistema de estructura interior de cubierta 346. El sistema de estructura interior de cubierta 346 incluye soportes internos 350 entre la superficie interior 304 y la superficie exterior 306. Si bien se ilustra una disposición de los soportes internos 350, también se pueden usar estructuras y disposiciones alternativas, y dichas alternativas conocidas en la técnica deben considerarse dentro del alcance de la presente invención.

La Figura 4 es una vista en perspectiva en despiece ordenado del módulo de la Fig. 1A, y los carriles sobre los que se monta de forma rotatoria el módulo. En la realización de la Fig. 4, cada módulo incluye dos cubiertas (ilustradas en la Fig. 3A) y partes del sistema de potencia (ilustradas en la Fig. 2) ubicadas en las cubiertas. En realizaciones alternativas, cada módulo puede incluir más de dos cubiertas, y las cubiertas pueden disponerse en diferentes disposiciones (por ejemplo, un par de cubiertas a cada lado, una al lado de la otra o apiladas, o números y disposiciones alternativos de cubiertas). Tales alternativas deberían considerarse dentro del alcance de la presente invención.

Como se ilustra en la Fig. 4, cada módulo puede incluir además armazones para conectar las cubiertas. En la realización de la Fig. 4, el armazón puede incluir un armazón superior (ilustrado en la Fig. 5A) y un armazón inferior (ilustrado en la Fig. 5C). El armazón superior ilustrado en la Fig. 5A y el armazón inferior de la Fig. 5C mantienen las cubiertas en posición y las soportan en lados opuestos de la torre central, como se ilustra en la Fig. 1A.

Como se ilustra en la Fig. 4 y 5A, el armazón superior incluye vigas superiores de armazón 502 conectadas a la parte superior de las cubiertas en los extremos delanteros 504 y en los extremos traseros 506. Las vigas 502 están preferiblemente directamente encima del eje 324. Otros puntos de carga de cubierta convenientes 508 también pueden conectarse a las vigas 502. El armazón superior puede incluir además una barra delantera 512 entre los dos extremos delanteros de la viga 504, y una barra trasera 514 entre los dos extremos traseros de la viga 506.

La Figura 5B es un detalle del carro exterior 510. Como se ilustra en las Figs. 4 y 5B, el armazón superior incluye uno o más pares de ruedas montadas, o carros 510, unidos por encima de los cuatro extremos de viga 504 y 506. Estos carros 510 transmiten las cargas verticales desde el módulo al carril exterior 704, como se ilustra en la Fig. 4. En la realización de las Figs. 4, 5A y 5B, el sistema de montaje pivotante incluye los carriles y carros descritos en esta memoria. El sistema de montaje pivotante también puede incluir realizaciones alternativas conocidas por los expertos en la técnica.

La Fig. 5C ilustra una realización del armazón inferior. En muchos aspectos, el armazón inferior de la Fig. 5C es equivalente al armazón superior de la Fig. 5A, excepto que está volteado para ubicarse en la parte inferior del módulo de la Fig. 4 en lugar de en la parte superior. Las diferencias específicas de los armazones inferiores de la Fig. 5C con respecto a los armazones superiores de la Fig. 5A son las siguientes: las cubiertas de la Fig. 3A se conectan a la parte superior de los extremos de viga 524 y a los extremos de viga 526 de las vigas 522. Los carros 510 se unen a la parte inferior de los extremos 524 y a los extremos de viga 526 de las vigas 522. Los carros 516 se unen a la parte inferior de la barra delantera 532 y a la parte inferior de la barra trasera 534. Los carros 510 y los carros 516 se ensamblan con carriles exteriores 704 y carriles interiores 706 ubicados debajo.

Como se ilustra en la Fig. 4 y las Figs. 5D y 5E, una pluralidad de carros 516 se unen a los armazones superior e inferior para acoplarse a los carriles interiores 706, para soportar cargas horizontales colocadas sobre las cubiertas por el viento. La Figura 5D es un detalle del carro interior delantero. La Figura 5E es un detalle del carro interior trasero. Los carros 516 se unen por encima de la barra delantera 512 y pueden centrarse en su punto medio; y los carros 516 también pueden unirse por encima de la barra trasera 514, y también pueden centrarse en su punto medio. Estos carros 516 se posicionan para transmitir la carga horizontal desde el armazón superior al carril interior 706 (de la Fig. 5E).

Como se ilustra en las Figs. 5A y 5C, los miembros de armadura 518 transmiten las cargas horizontales del armazón superior desde los extremos delanteros 504 de la viga 502 y los extremos traseros 506 a la pluralidad de carros 516 (como se ilustra mejor en la Fig. 4). Estos miembros de armadura 518 se disponen para proporcionar una estructura estable para transmitir la carga horizontal desde las vigas 502 a los carros 516. En la presente realización, los miembros de bastidor superior 502, 512, 514 y 518, excepto los carros 510 y 516, se alinean en un plano horizontal.

Como se ilustra en la Fig. 4, los carros 510 y 516 ruedan sobre carriles circulares 704 y 706, respectivamente, fijados a la estructura ilustrada en la Fig. 7. Los carros 510 y 516, y los carriles 704 y 706, permiten que el módulo de la Fig. 4 rote alrededor de la torre central (ilustrada en la Fig. 8). Los carros 510 y 516 son parte del bastidor de la Fig. 5A. Los carriles 704 y 706 son parte de la estructura de la Fig. 7. El carro exterior de la Figura 5B engancha el carril exterior 704. Los carros interiores 516 enganchan los carriles interiores 706 en la parte delantera de los módulos de la Fig. 4. La Figura 5E muestra el ensamblaje de los carros interiores 516 con los carriles interiores 706 por encima y hacia atrás de los módulos de la Fig. 4.

El módulo de la Fig. 4 muestra pares de tensores de módulo 402, que son pares de cables que se conectan diagonalmente entre el armazón superior de la Fig. 5A y el armazón inferior de la Fig. 5C. Un par de tensores de módulo 402 se ubica en un plano vertical en la parte delantera del armazón superior y del armazón inferior. Otro par de tensores 402 se ubica en un plano vertical en la parte trasera del bastidor superior y del bastidor inferior. Estos pares de tensores de módulo 402 proporcionan estabilidad estructural y dimensional a cada módulo.

La Figura 6 es un dibujo esquemático de un sistema de control de módulo incluido en cada uno de los módulos de la Fig. 4. El sistema de control de módulo incluye un dispositivo de detección de dirección del viento 604, un dispositivo de control de módulo 606 y una pluralidad de motores eléctricos 608 para impulsar una pluralidad de carros exteriores 510. El sistema de control de módulo se instala en cada módulo para mantenerlo posicionado de cara al viento predominante. Cuando el dispositivo de detección de dirección del viento 604 detecta un cambio en la dirección del viento, usando tecnología conocida por los expertos en la técnica, el dispositivo de control de módulo 606 usa los motores eléctricos 608 para girar el módulo de una manera que mantiene la orientación correcta respecto al viento.

La Figura 7 muestra una vista en planta superior de una realización de la estructura de soporte. La estructura de soporte de esta realización incluye una torre central ilustrada en la Figura 8, torres periféricas ilustradas en la Fig. 9, el sistema de armadura y carriles descrito anteriormente y tensores 702. En esta realización hay seis torres periféricas; sin embargo, este número puede variar dependiendo de los requisitos de los expertos en la técnica (se pueden usar tres o más).

Como se ilustra en la Fig. 10, el sistema de armadura y carriles incluye un armadura de anillo (ilustrada en la Figura 11), seis armaduras radiales (ilustradas en la Figura 12), seis armaduras periféricas (ilustradas en la Figura 13), seis armaduras de carril (ilustradas en la Fig. 14), uno o dos carriles exteriores 704, uno o dos carriles interiores 706 y 12 o 24 tirantes 708. El número de armaduras radiales de la Fig. 12, armaduras periféricas de la Fig. 13, armaduras de carril de la Fig. 14 y tirantes 708 cambiarán en correlación con el número de torres periféricas de la Fig. 9 utilizadas.

El sistema de carriles y armadura de la Fig. 10 conecta la torre central de la Fig. 8 a la armadura de anillo de la Fig. 11 y conecta la armadura de anillo de la Fig. 11 a las torres periféricas de la Fig. 9 por medio de la armadura radial de la Fig. 11. El sistema de armadura y carriles de la Fig. 10 conecta torres periféricas adyacentes de la Fig. 9 entre sí por medio de las armaduras periféricas de la Fig. 12. El sistema de armadura y carriles de la Fig. 10 conecta las armaduras radiales adyacentes de la Fig. 11 entre sí por medio de las armaduras de carril de la Fig. 13. Cada sistema de armadura y carriles de la Fig. 10 comprende uno o dos carriles exteriores 704 y uno o dos carriles interiores 706. Se proporcionan carriles exteriores 704 y carriles interiores 706 según sea necesario para recibir cargas verticales y horizontales respectivamente desde los carros exteriores 510 y los carros interiores 516 de los módulos de la Figura 4. Los tirantes 708 proporcionan soporte lateral suplementario a los carriles interiores 706 conectándolos a las armaduras de anillo de la Fig. 11. Los sistemas de armadura y carriles de la Fig. 10 se encuentran a intervalos verticales suficientes para permitir que los módulos de la Fig. 4 se soporten entre ellos. Los módulos individuales de la Fig. 4 se pueden omitir a discreción del propietario y el espacio se deja vacío o se utiliza para otros fines. Las ubicaciones del sistema de carriles y armadura de la Fig. 10 están por encima, entremedio y debajo de los módulos de la Fig. 4.

La Fig. 8 muestra la primera realización de la torre central. La torre central de la Fig. 8 tiene tres patas verticales 802 que forman un triángulo equilátero. Las patas 802 se separan por una distancia horizontal de  $0,433D$  identificada como una cara 804 de la torre central de la Fig. 8. El número de patas en la torre central también puede ser cuatro y la distancia entre patas puede variar de  $0,1D$  a  $0,7D$ . Cada una de las tres caras 804 tiene un patrón de celosía 806 entre las patas 802. Este patrón de celosía se repite a intervalos, intervalos que son la definición de un panel 808 de la torre central de la Fig. 8. Un sector 810 de la torre central de la Fig. 8 se define como suficientes paneles conectados en una pila vertical para igualar la distancia vertical entre las líneas centrales de los sistemas de armadura y carriles de la Fig. 10. Las armaduras de anillo de la Fig. 11 se unen en el medio del panel superior 808 de cada sector 810. Las patas 802 del panel superior 808 de cada sector 810 se refuerzan para soportar la armadura de anillo unida de la Figura 11. La parte inferior de cada pata 802 es soportada por una base 812 que puede tener cualquier configuración apropiada para los terrenos en un lugar específico y las cargas impuestas.

La Fig. 9 muestra la primera realización de la torre periférica. La torre periférica de la Fig. 9 tiene tres patas verticales 902 que forman un triángulo equilátero. La torre periférica de la Fig. 9 también puede configurarse para tener cuatro patas. Una de las patas 902 se orienta hacia el centro de la torre central de la Figura 8. Las patas 902 se separan por una distancia horizontal de aproximadamente  $0,10D$ , que se identifica como una cara 904 de la torre periférica de la Fig. 9. El ancho de la cara puede variar de  $0,05D$  a  $0,25D$ . Cada una de las tres caras 904 tiene un patrón de celosía 906 entre las patas 902. Este patrón de celosía se repite un número suficiente de veces para igualar la altura del panel 808 de la torre central de la Figura 8. Esta altura de panel

es la definición de una sección 908 de la torre periférica de la Fig. 9. Un sector 910 de la torre periférica de la Fig. 9 se define como suficientes secciones 908 conectadas en una pila vertical para igualar la distancia vertical entre las líneas centrales de los sistemas de armadura y carriles de la Fig. 10. Las armaduras radiales de la Fig. 12 y las armaduras periféricas de la Fig. 13 se unen en el medio de la sección superior 908 de cada sector 910. Las patas 902 de la sección superior 908 de cada sector 910 se refuerzan para soportar la armadura radial unida de la Figura 12 y las armaduras periféricas de la Figura 13. La parte inferior de cada pata 902 es soportada por una base 912 configurada apropiadamente para los terrenos en cada lugar y las cargas impuestas.

La Fig. 11 muestra la primera realización de una armadura de anillo. Las armaduras de anillo de la Figura 11 incluyen un anillo superior 1102 y un anillo inferior 1104. Cada anillo 1102 y anillo 1104 incluye seis miembros iguales 1106. Si se utilizan más o menos de seis torres periféricas de la Fig. 9, el número de miembros en el anillo 1102 y el anillo 1104 se modifican para que coincidan. Las longitudes de los lados de la armadura de anillo de la Figura 11 son suficientes para que se extienda alrededor de la torre central de la Figura 8 y se conecte a las patas 802 de la torre central de la Figura 8. La distancia vertical entre los anillos 1002 y 1004 es  $0,1167D$ , pero puede variar de  $0,05D$  a  $2,5D$ . Cada esquina del anillo superior 1102 se conecta a la esquina del anillo inferior 1104 directamente debajo con un puntal vertical 1108. Cada parte de la armadura de anillo de la Figura 11 entre puntales adyacentes 1108 se define como una cara 1110 de la armadura de anillo de la Figura 11. Cada una de las caras 1110 tiene un patrón de celosía 1112 entre los puntales adyacentes 1108 para proporcionar estabilidad estructural al almacén. Cada armadura de anillo de la Fig. 11 se posiciona alrededor de la torre central de la Fig. 8 de modo que algunas de sus esquinas se alineen verticalmente con las patas 802 de la torre central de la Fig. 8. Estas esquinas alineadas se unen a la torre central de la Figura 8 en el medio de una sección superior 808 de cada sector 810.

La Fig. 12 muestra la primera realización de la armadura radial. Cada longitud de armadura radial de la Fig. 12 se orienta horizontalmente. La profundidad de la armadura radial de la Fig. 11 se orienta verticalmente con un cordón superior 1202 y un cordón inferior 1204. La distancia vertical entre el cordón superior 1202 y el cordón inferior 1204 es  $0,1167D$ , coinciden exactamente y varían con la profundidad de la armadura de anillo de la Figura 11. Las longitudes completas del cordón superior 1202 y del cordón inferior 1204 se conectan con una serie continua de celosías diagonales 1206. La longitud total de la armadura radial de la Fig. 12 es  $1,655D$ , pero puede variar de  $1,5D$  a  $2,5D$ . El extremo interior 1208 de cada armadura radial de la Figura 12 se conecta a un vértice de la armadura de anillo de la Fig. 11. Hay seis armaduras radiales de la Fig. 12 conectadas a cada armadura de anillo de la Fig. 11. El número de armaduras radiales de la Fig. 12 variará para coincidir con el número de torres periféricas de la Fig. 9. El extremo exterior 1210 de cada armadura radial de la Fig. 12 se conecta a la pata interior 902 de la torre periférica de la Fig. 9 en esa ubicación.

La Fig. 13 muestra la primera realización de la armadura periférica. Cada longitud de armadura periférica de la Fig. 13 se orienta horizontalmente. Cada profundidad de armadura periférica de la Fig. 13 se orienta verticalmente con un cordón superior 1302 y un cordón inferior 1304. La distancia vertical entre el cordón superior 1302 y el cordón inferior 1304 es  $0,1167D$ , coinciden exactamente y varían con la profundidad de la armadura radial de la Fig. 12. Las longitudes completas del cordón superior 1302 y del cordón inferior 1304 se conectan con una serie continua de celosías diagonales 1306. La longitud total de la armadura periférica de la Fig. 13 es  $1,9124D$ , pero puede variar de  $1,5D$  a  $2,5D$ . Cada extremo de la armadura periférica de la Fig. 12 se conecta a la pata interior de la torre periférica de la Fig. 9 y a la armadura radial de la Fig. 11 en esa ubicación.

La Fig. 14 muestra la primera realización de la armadura de carril. Cada armadura de carril de la Fig. 14 se orienta horizontalmente. La profundidad de la armadura de carril de la Fig. 14 se orienta verticalmente con un cordón superior 1402 y un cordón inferior 1404. La distancia vertical entre el cordón superior 1402 y el cordón inferior 1404 es  $0,1167D$ , coinciden exactamente y varían con la profundidad de la armadura radial de la Fig. 12. Las longitudes completas del cordón superior 1402 y del cordón inferior 1404 se conectan con una serie continua de celosías diagonales 1406. La longitud total de la armadura del carril de la Fig. 14 es  $1,2474D$ , pero puede variar de  $1,0D$  a  $2,0D$ . Cada extremo de la armadura de carril de la Fig. 14 se conecta a una armadura radial de la Fig. 12.

La Fig. 15 muestra una vista en planta de la primera realización de los carriles exteriores 704 y los carriles interiores 706. El carril exterior 704 tiene un radio de  $1,097D$ , que puede variar de  $0,75D$  a  $1,5D$ . El carril exterior 704 se une en los puntos 1502 a las seis armaduras radiales de la Fig. 12 a intervalos de sesenta grados. El carril exterior 704 se une en los puntos 1504 en dos lugares a cada una de las seis armaduras de carril de la Fig. 14 entre las armaduras radiales de la Fig. 12. Las ubicaciones de las uniones 1504 a las armaduras de carril de la Fig. 13 se espacian de modo que el carril 704 se une a intervalos regulares de veinte grados a lo largo de toda su circunferencia. El número de uniones 1502 y 1504 del carril 704 y sus intervalos angulares variarán con el número de armaduras radiales de la Fig. 12.

El carril interior 706 tiene un radio de aproximadamente  $0,255D$ , que puede variar de  $0,5D$  a  $1,5D$ . El carril interior 706 se une en los puntos 1506 a las seis armaduras radiales de la Fig. 12 a intervalos de sesenta

grados. El carril interior 706 se soporta para resistir cargas horizontales mediante tirantes 708 en puntos 1508 a medio camino entre las armaduras radiales de la Fig. 12. Los tirantes 708 se posicionan como se muestra en la Fig. 7B entre los carriles 706 y las armaduras de anillo de la Fig. 11. El número de uniones 1506 del carril 706 y sus intervalos angulares variarán con el número de armaduras radiales de la Fig. 12.

5

La Figura 16 es un dibujo de una vista en alzado parcial de la cara exterior de la estructura de la Fig. 7. La Fig. 16 muestra la configuración de pares de tensores 702. Los tensores 702 se conectan diagonalmente entre torres periféricas adyacentes de la Fig. 9 y entre niveles adyacentes de sistema de carriles y armadura de la Fig. 10. Sin embargo, el par inferior de tensores 702 se conectan entre el sistema de carriles y armadura inferior de la Fig. 10 y la base de las dos torres periféricas adyacentes de la Fig. 9. Los tensores 702 proporcionan estabilidad estructural a la estructura de la Fig. 7.

10

#### **Funcionamiento de la primera realización**

15 Cada módulo de la Fig. 4 se orienta continuamente para mirar directamente hacia el viento predominante. El viento que entra por la parte delantera 308 de cada cubierta de la Fig. 3A aumenta su velocidad en aproximadamente un 50 por ciento en la garganta 312 por la forma aerodinámica cuidadosamente seleccionada de la curva delantera exterior 330 y la curva delantera interior 336. Este aumento de la velocidad del viento impulsa entonces la turbina 204 ubicada en la garganta 312 y el sistema de potencia relacionado de la Fig. 2 para producir energía eléctrica para uso humano. Tanto la forma de la cubierta de la Fig. 3A como el sistema de potencia de la Fig. 2 se seleccionan y optimizan para aumentar la producción de potencia tanto como sea posible.

20

El viento que pasa sobre la cubierta de la Fig. 3A produce fuerzas de arrastre. La forma aerodinámica total de la cubierta de la Fig. 3A se optimiza en la medida de lo posible para reducir estas fuerzas de arrastre. Esto es importante porque todos los componentes estructurales del sistema de energía eólica deben proporcionar la fuerza necesaria para resistir las fuerzas del viento y soportar el peso del sistema. El coste de esta resistencia afecta la viabilidad comercial del Sistema.

25

30 Como se usa en esta solicitud, las palabras "un", "una" y "uno" se definen para incluir uno o más del artículo referenciado a menos que se indique específicamente lo contrario. Además, los términos "tener", "incluir", "contener" y términos similares se definen para significar "que comprende" a menos que se indique específicamente lo contrario. Además, la terminología utilizada en la memoria descriptiva proporcionada anteriormente se define por la presente para incluir términos similares y/o equivalentes, y/o realizaciones alternativas que se considerarían obvias para un experto en la técnica dadas las enseñanzas de la presente solicitud de patente.

35

**REIVINDICACIONES**

1. Una instalación para producir energía eléctrica a partir de un viento predominante sobre una superficie, comprendiendo la instalación:
- 5 una pluralidad de cubiertas, teniendo cada cubierta una forma toroidal con un eje horizontal y que forma una garganta (312) que aumenta la velocidad del viento predominante que pasa a través de la cubierta;
- 10 una pluralidad de turbinas eólicas (204), cada una posicionada en la garganta (312) de una de la pluralidad de cubiertas;
- un sistema de potencia para convertir la energía mecánica de la pluralidad de turbinas eólicas en energía eléctrica;
- 15 una pluralidad de módulos, teniendo cada uno de ellos al menos dos de la pluralidad de cubiertas y las turbinas eólicas asociadas (204), y al menos una parte del sistema de potencia;
- un sistema de montaje pivotante para soportar de forma pivotante cada uno de la pluralidad de módulos de modo que cada uno de la pluralidad de módulos pueda rotar según sea necesario para estar de cara al viento predominante; y
- 20 una estructura de soporte que soporta la pluralidad de módulos por encima de la superficie;
- en donde cada una de la pluralidad de cubiertas comprende además:
- 25 una superficie interior (304) y una superficie exterior (306) que se encuentran en un borde de ataque anular y un borde de salida, teniendo el borde de ataque anular un diámetro de borde, una media sección transversal radial de las superficies interior y exterior (306) crea una forma, y es la rotación de la forma alrededor del eje horizontal de la cubierta lo que define las superficies interior y exterior (306);
- 30 una garganta (312) formada por la superficie interior (304) entre los bordes delantero y trasero y que tiene un diámetro (D) de garganta (312) que es menor que el diámetro del borde y que de ese modo aumenta la velocidad del viento a través de la garganta (312) en relación con la velocidad del viento predominante;
- 35 caracterizado por que cada una de la pluralidad de cubiertas comprende además:
- una curva delantera interior (336) de la superficie interior (304) con forma para maximizar la masa y la velocidad del viento que pasa a través de la garganta (312) y para minimizar la turbulencia del viento y el arrastre a lo largo de la superficie interior (304) de la cubierta, la curva delantera interior (336) comienza en el borde de
- 40 ataque anular, punto que está a una distancia de  $0,55 D$  a  $0,95 D$  del eje de la cubierta, extendiéndose hacia el eje en una dirección dentro de quince grados de ángulo desde un plano perpendicular al eje y terminando en la garganta (312) en una dirección dentro de los quince grados de la paralela al eje;
- una curva delantera exterior de la superficie exterior (306) con forma para maximizar la masa del viento que pasa a través de la garganta (336) junto con la forma de la curva delantera interior (336) y que se le da una forma para minimizar la turbulencia del viento y el arrastre a lo largo de la superficie exterior (306) de la cubierta;
- 45 y
- la curva delantera exterior que comienza en el borde de ataque anular y se extiende alejándose del eje en una
- 50 dirección dentro de un ángulo de quince grados desde un plano perpendicular al eje y termina en una dirección dentro de diez grados de paralelo al eje y a una distancia del eje de  $0,6 D$  a  $2,0 D$ .
2. La instalación de la reivindicación 1, en donde cada una de la pluralidad de cubiertas comprende:
- 55 la superficie interior (304) y la superficie exterior (306) que definen una cavidad encerrada entre ellas;
- miembros estructurales dentro de la cavidad encerrada que proporcionan resistencia y rigidez a la cubierta;
- una pluralidad de puntales (210) soportados por la cubierta, extendiéndose los puntales (210) para soportar la
- 60 turbina eólica dentro de la garganta (312); y
- una plataforma en la cavidad encerrada para soportar componentes del sistema de potencia.
3. La instalación de la reivindicación 1, en donde el sistema de montaje pivotante comprende:
- 65

un carril interior (706) y un carril exterior (704) encima y debajo de cada módulo, estando montado cada carril en un sistema de armadura de la estructura de soporte.

5 4. La instalación de la reivindicación 3, en donde el sistema de montaje pivotante comprende además:  
5 una pluralidad de carros montados en los armazones superior e inferior del módulo, teniendo cada uno de la pluralidad de carros al menos una rueda para montar el carro en uno de los carriles interiores (706) o exteriores (704), en donde algunas de las ruedas enganchan los carriles exteriores verticalmente de modo que el peso del módulo sea soportado por los carriles exteriores, y algunas de las ruedas enganchan los carriles interiores (706) horizontalmente, de modo que las fuerzas horizontales ejercidas sobre el módulo por el viento predominante son soportadas por los carriles interiores (706).  
10

15 5. La instalación de la reivindicación 1, en donde cada uno de los módulos comprende al menos dos de las cubiertas que miran en la misma dirección y conectadas por un armazón superior horizontal encima de las al menos dos cubiertas, y un armazón inferior horizontal debajo de las al menos dos cubiertas.

20 6. La instalación de la reivindicación 5, en donde cada uno de los módulos comprende además:  
al menos dos pares de tensores de armazón que se conectan diagonalmente entre el armazón superior y el armazón inferior para proporcionar estabilidad estructural y dimensional al módulo, estando uno de los pares de tensores de armazón en un plano vertical en la parte delantera del armazón superior y del armazón inferior, y otro de los pares de tensores de armazón está en un plano vertical en la parte trasera del armazón superior y del armazón inferior.

25 7. La instalación de la reivindicación 6, en donde cada uno de los módulos comprende además un sistema de control de módulo que comprende un dispositivo detector de dirección del viento, un dispositivo de control de módulo y una pluralidad de motores eléctricos (218) para impulsar una pluralidad de ruedas para rotar el módulo para que esté de cara al viento predominante.

30 8. La instalación de la Reivindicación 1, en donde el sistema de potencia comprende:  
un sistema hidráulico en cada uno de los módulos, que comprende:  
35 i. una bomba hidráulica conectada operativamente a cada una de las turbinas eólicas (204); y  
ii. un controlador de potencia para dirigir operativamente el flujo de fluido desde la bomba hidráulica a motores hidráulicos seleccionados (218) para convertir el flujo de fluido en energía mecánica;  
un sistema eléctrico de corriente continua que tiene generadores para convertir la energía mecánica de los motores hidráulicos (218) en electricidad de corriente continua;  
40 un bus de módulo que combina toda la electricidad de corriente continua generada por los motores hidráulicos seleccionados (218) en el módulo; y

45 un bus de corriente continua común para recoger la electricidad de corriente continua de todos los módulos.

50 9. La instalación de la Reivindicación 8, en donde el sistema de potencia comprende además:  
un convertidor eléctrico de corriente alterna (228) conectado operativamente al bus de corriente directa común para convertir electricidad de corriente continua en electricidad de corriente alterna sincronizada para su entrega a una red.

55 10. La instalación de la reivindicación 1, en donde la estructura de soporte comprende:  
una torre central; y  
al menos tres torres periféricas posicionadas alrededor de la torre central.

60 11. La instalación de la reivindicación 10, en donde la estructura de soporte comprende además una pluralidad de sistemas de armadura orientados horizontalmente por encima y por debajo de cada uno de los módulos a intervalos verticales, permitiendo que los módulos roten entre los sistemas de armadura mientras son soportados simultáneamente por los sistemas de armadura, cada sistema de armadura comprende:

65 i. una armadura de anillo que forma un polígono de múltiples lados alrededor de la torre central, teniendo la armadura de anillo la misma pluralidad de vértices que el número de torres periféricas, estando conectada la

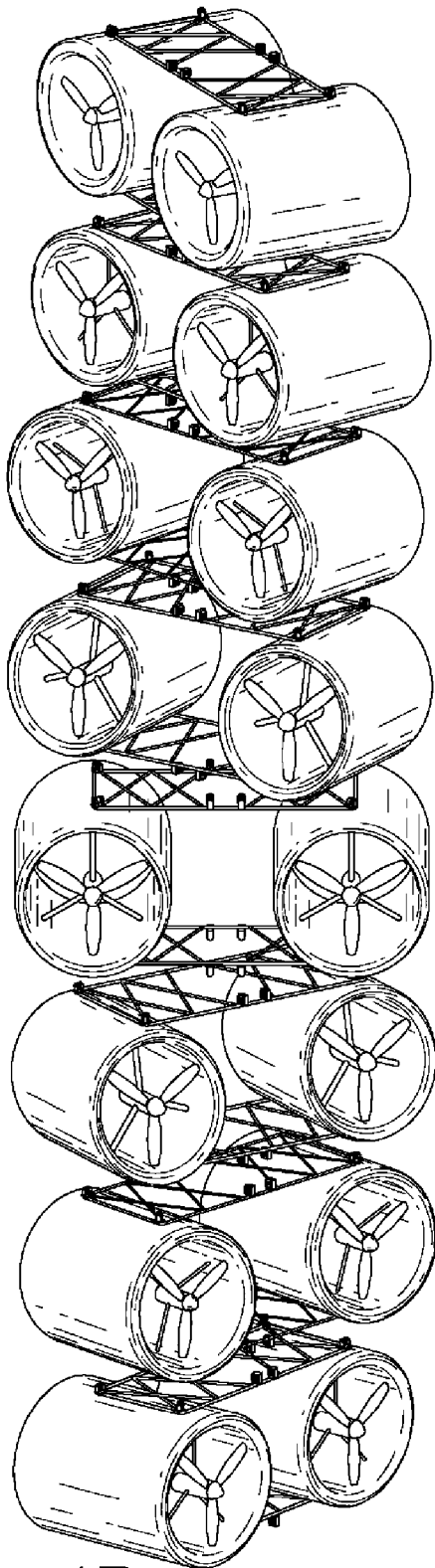
## ES 2 959 462 T3

armadura de anillo a la torre central, y soportando la armadura de anillo un extremo de cada una armadura radial y un extremo de un tirante de carril;

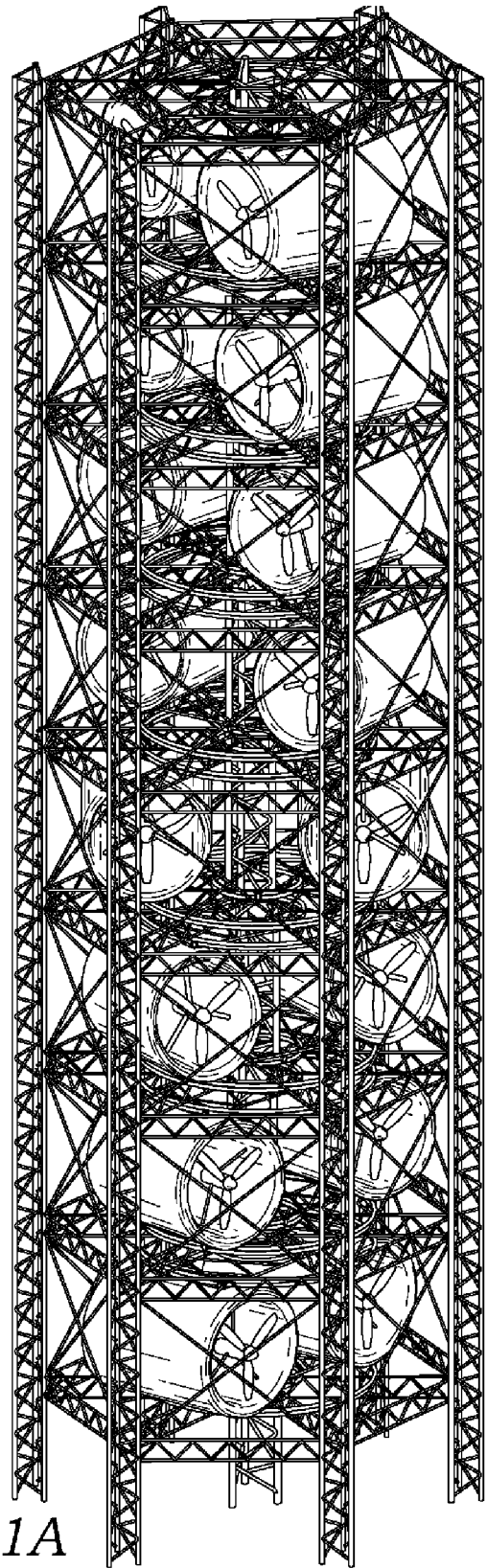
5 ii. una pluralidad de armaduras radiales, cada una de las cuales se conecta entre un vértice de la armadura de anillo y la torre periférica;

iii. una pluralidad de armaduras periféricas, cada una de las cuales conecta entre dos torres periféricas adyacentes; y

10 iv. una pluralidad de armaduras de carriles, cada una de las cuales conecta entre dos de las armaduras radiales adyacentes.



*Fig. 1B*



*Fig. 1A*

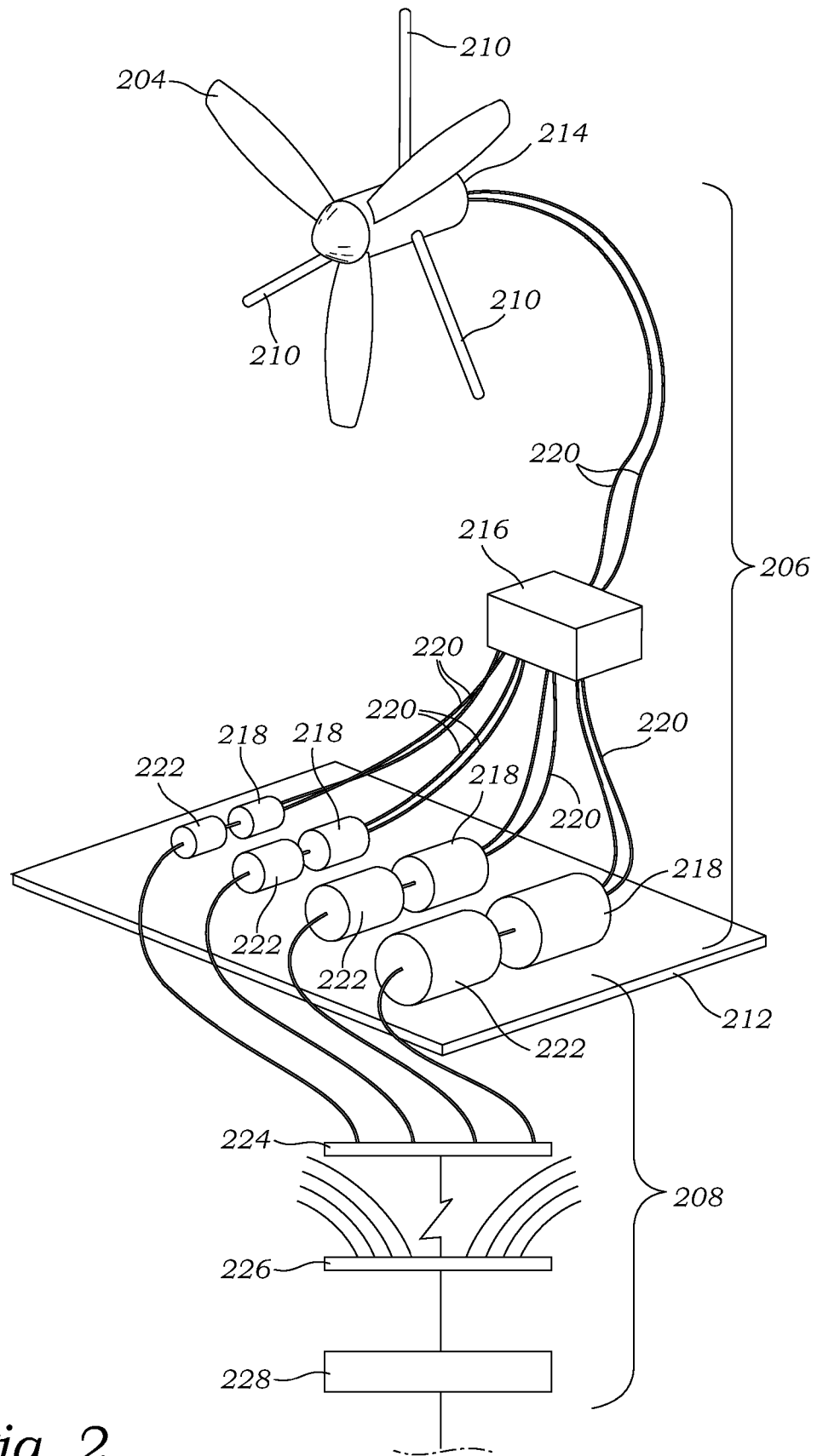
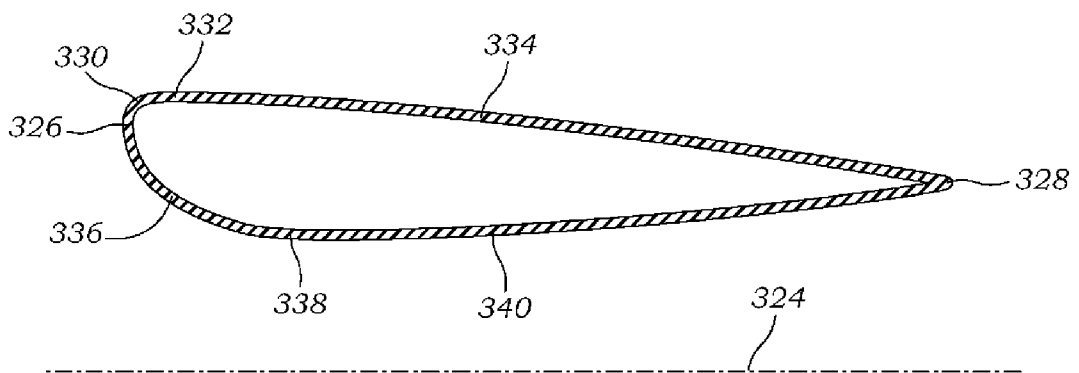
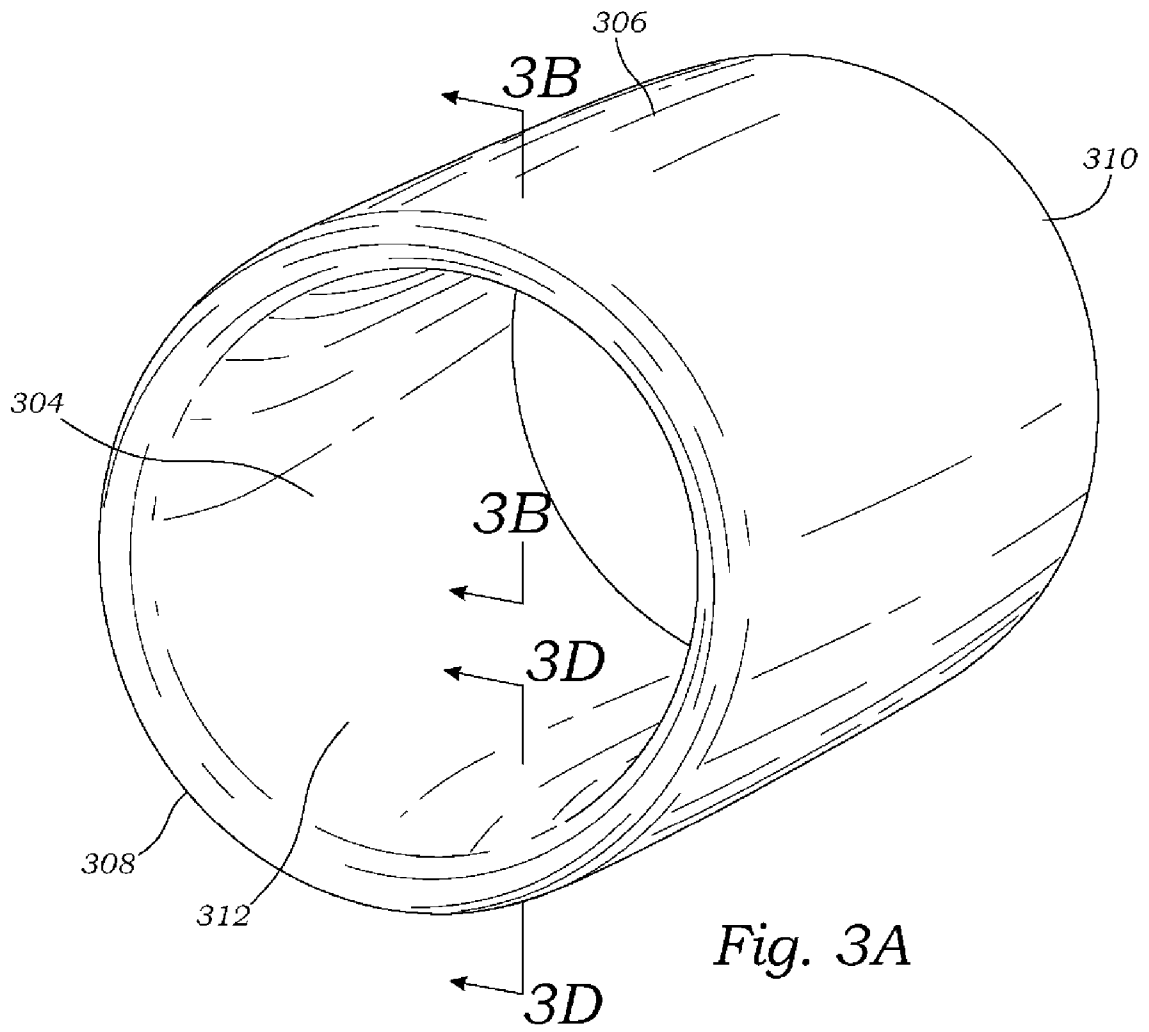
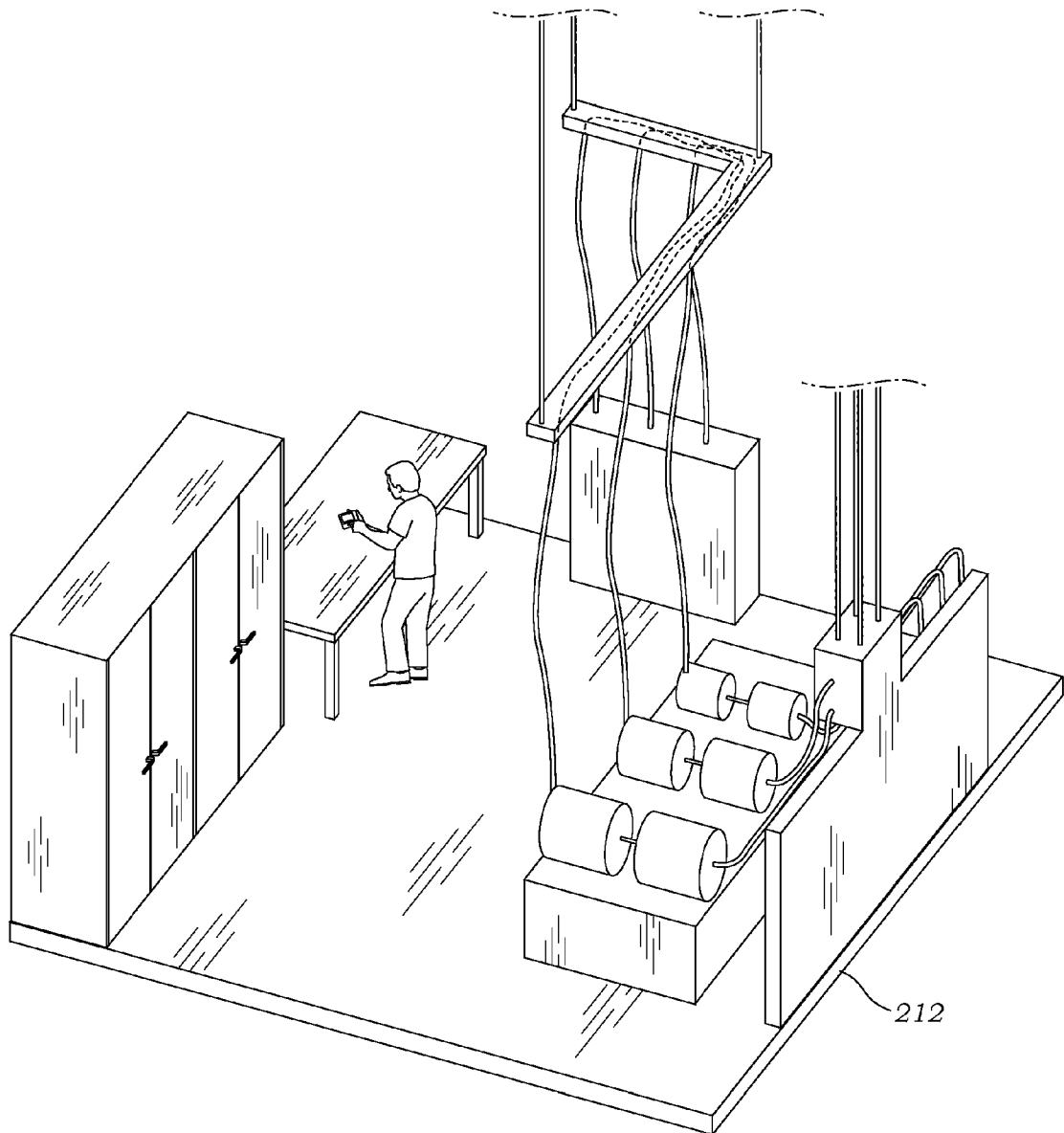
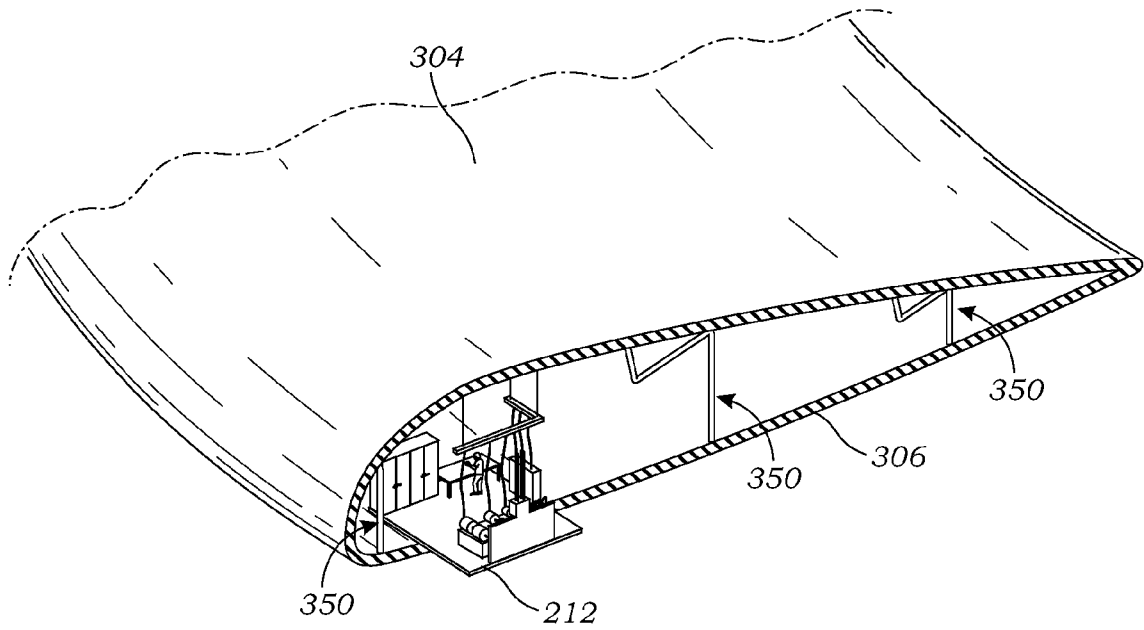


Fig. 2

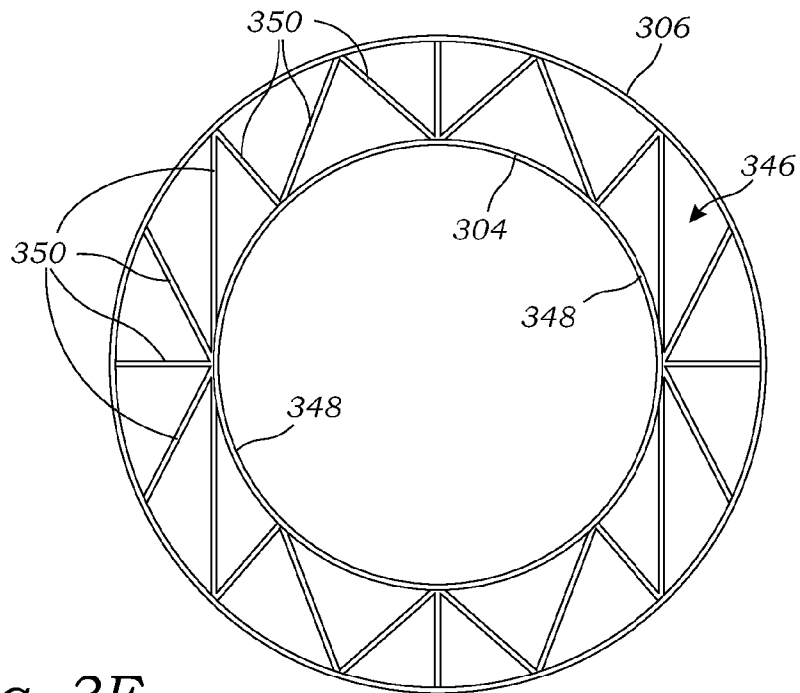




*Fig. 3C*



*Fig. 3D*



*Fig. 3E*

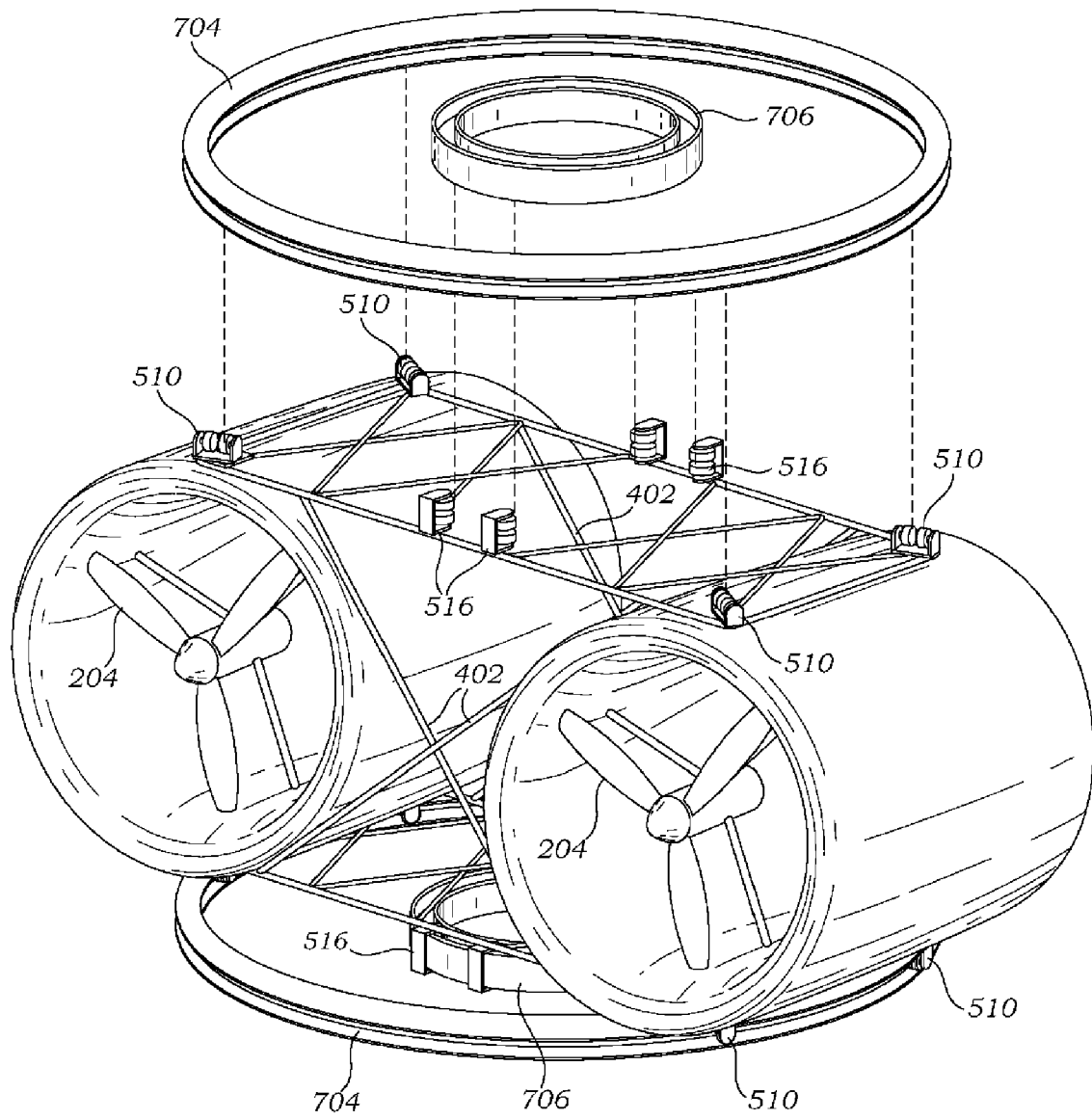


Fig. 4

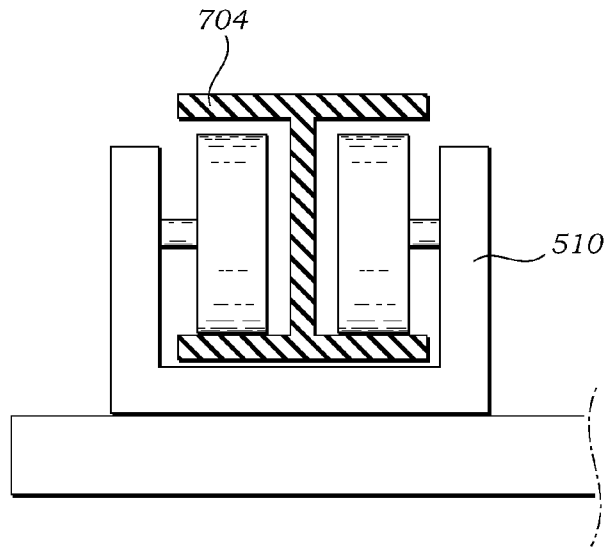


Fig. 5B

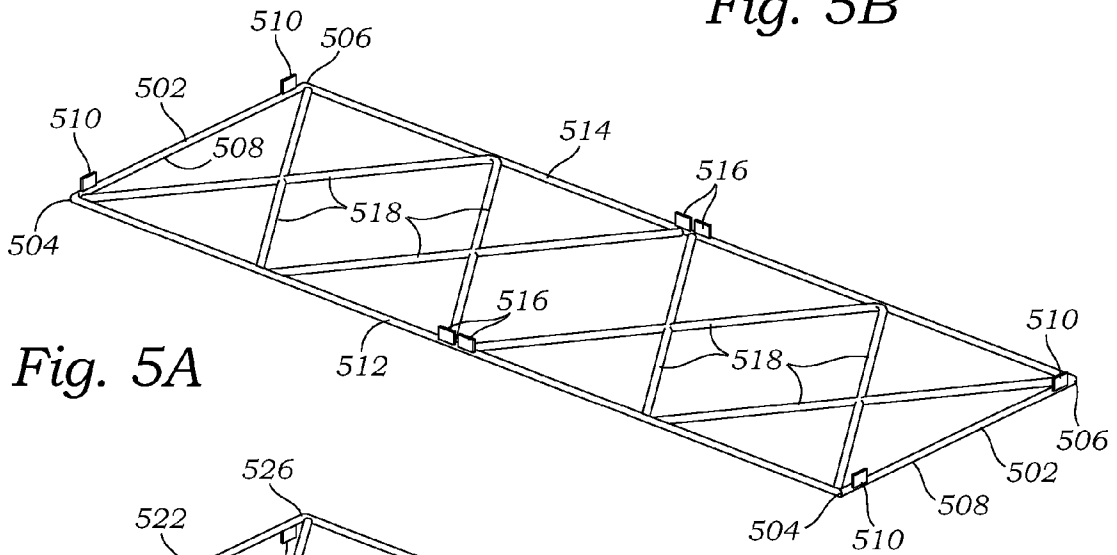


Fig. 5A

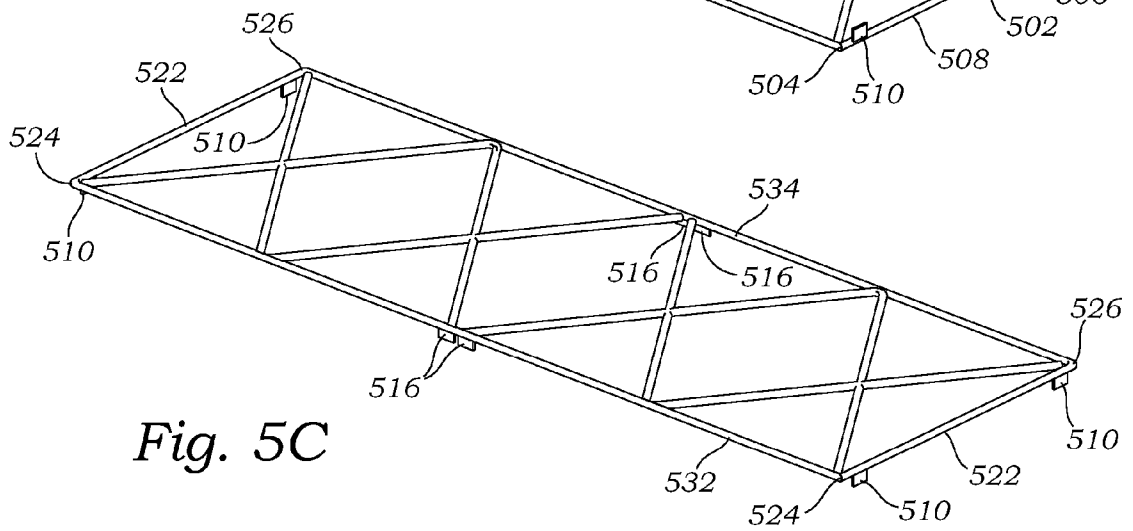
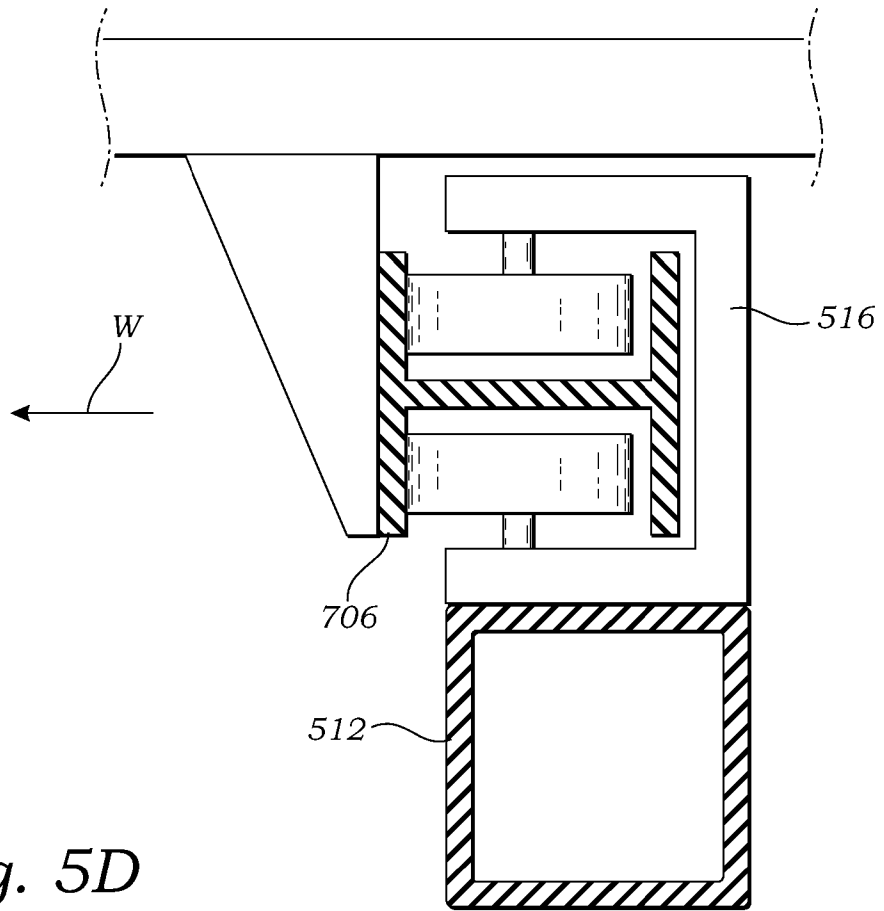
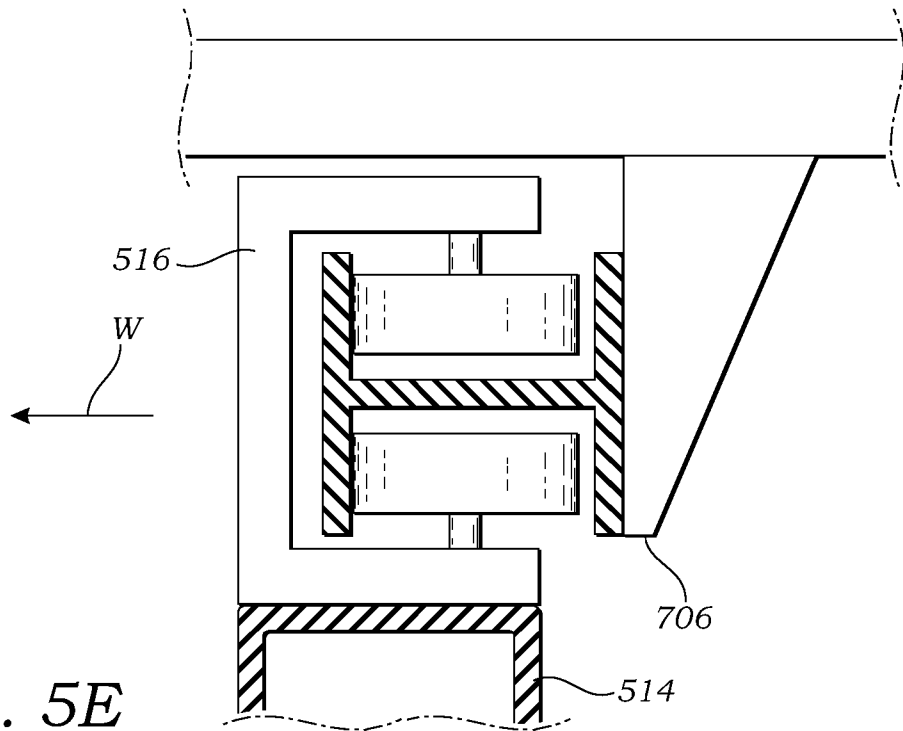


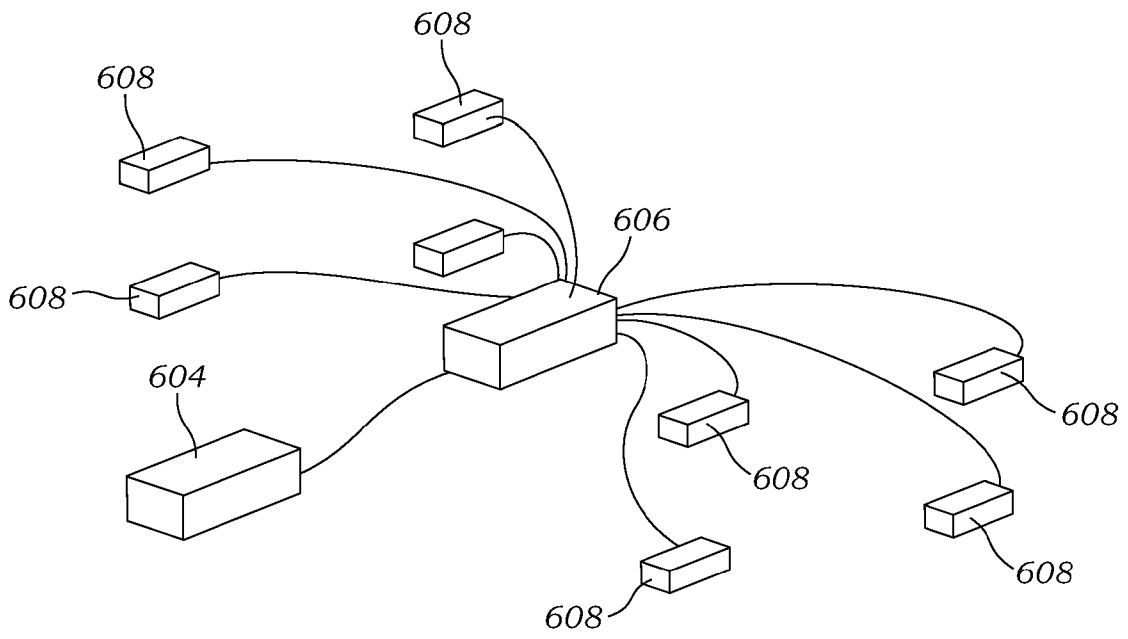
Fig. 5C



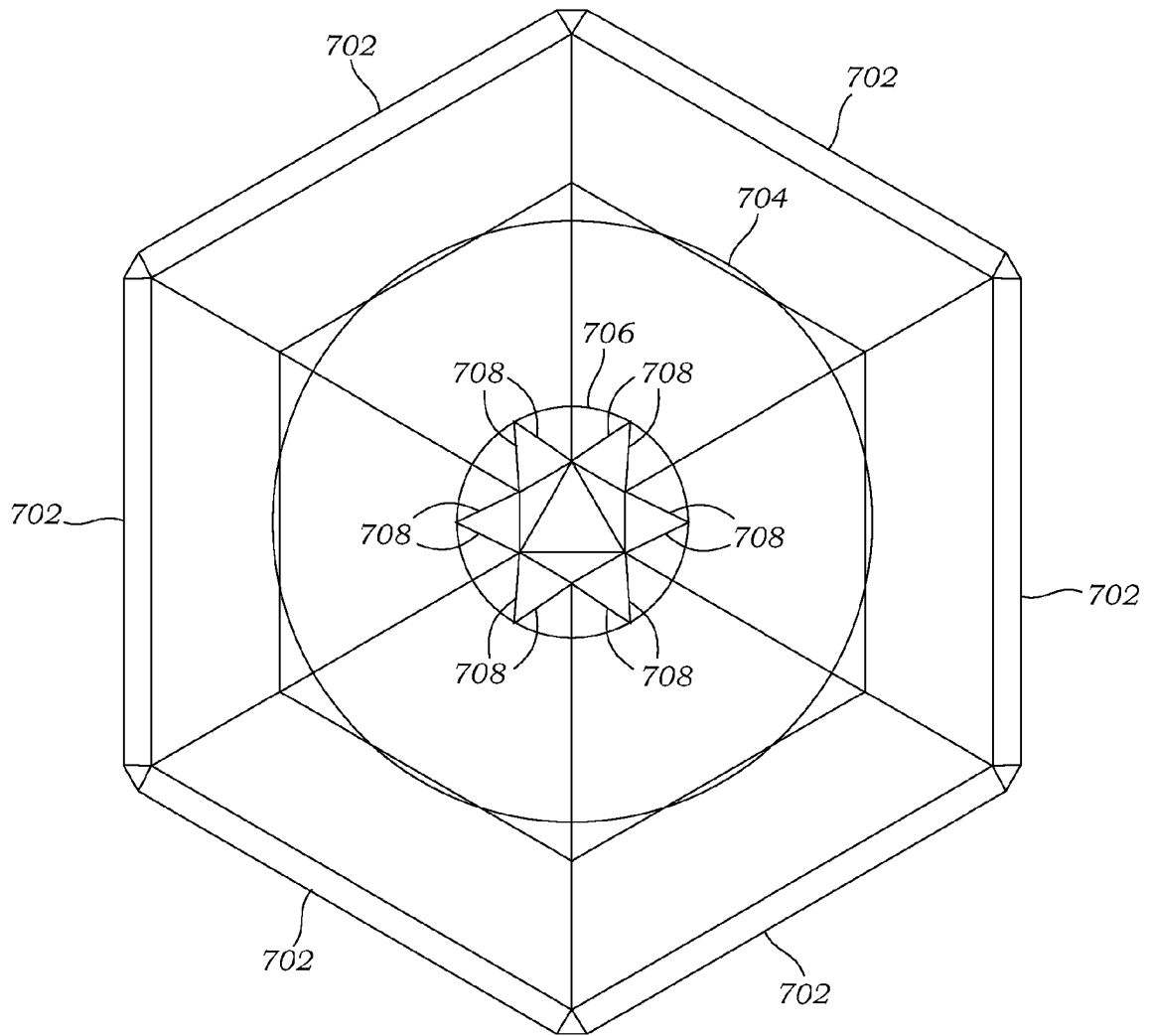
*Fig. 5D*



*Fig. 5E*



*Fig. 6*



*Fig. 7*

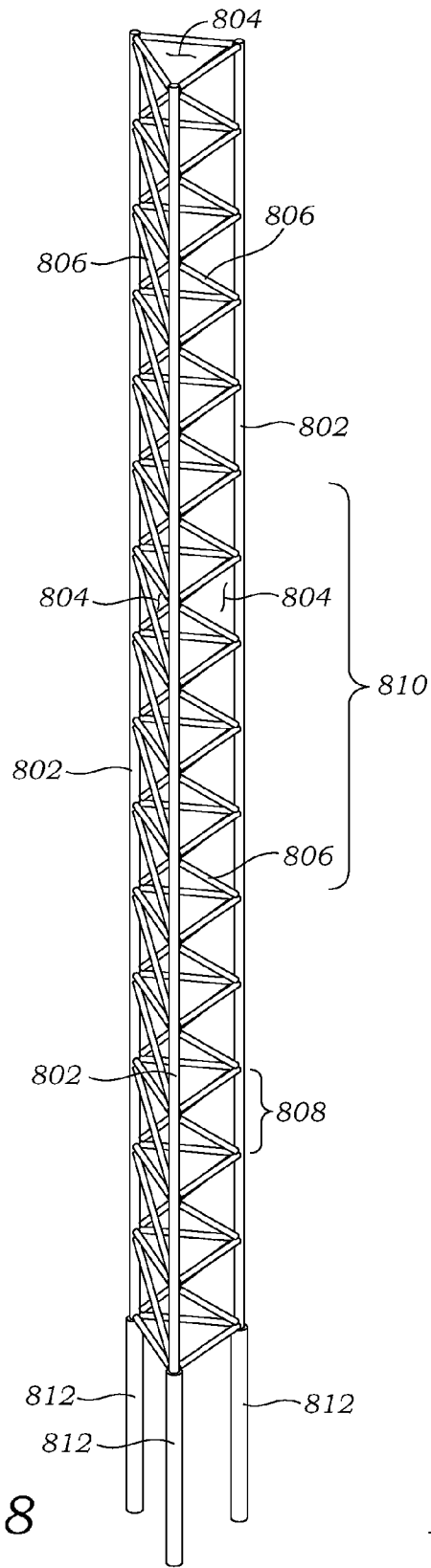


Fig. 8

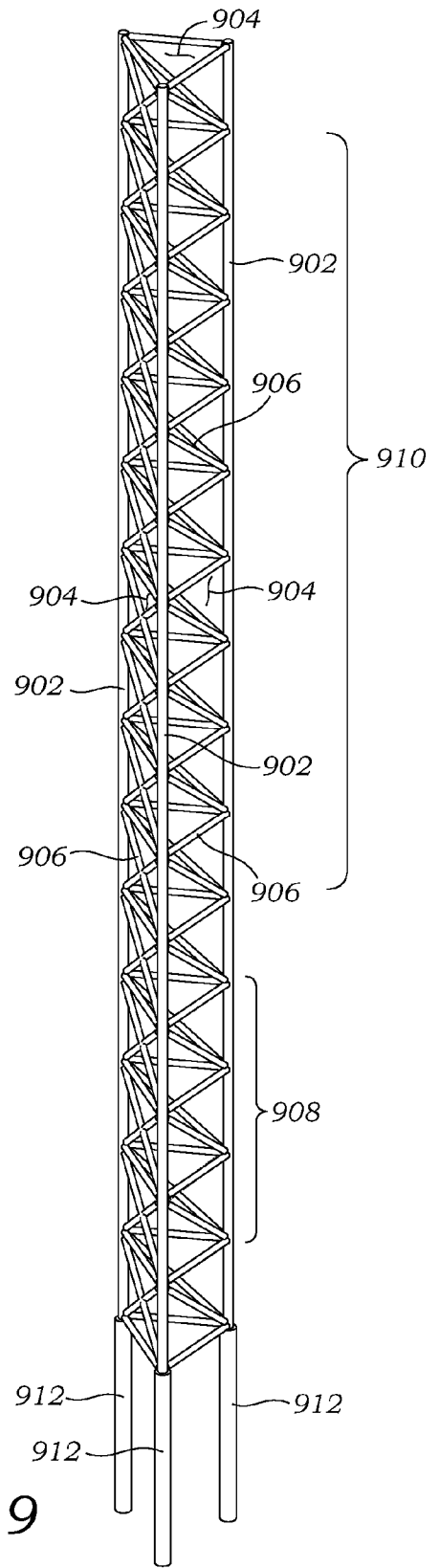
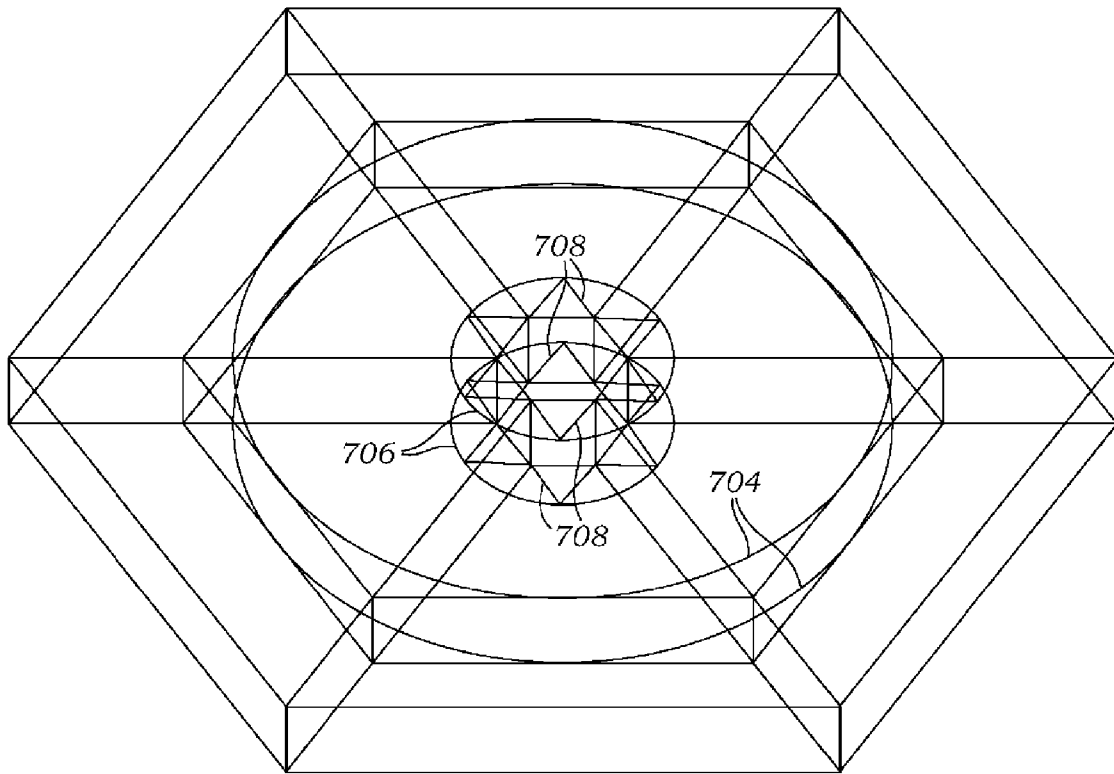


Fig. 9



*Fig. 10*

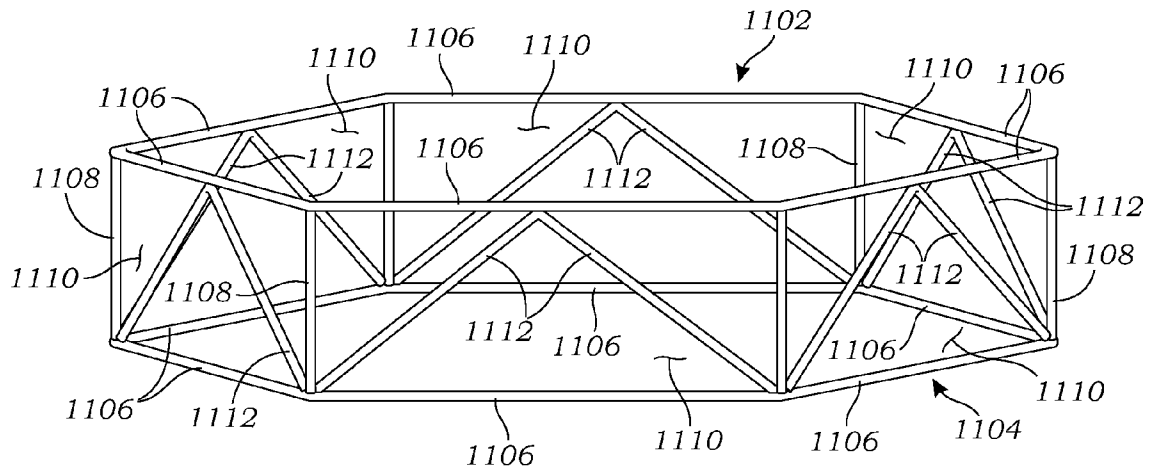


Fig. 11

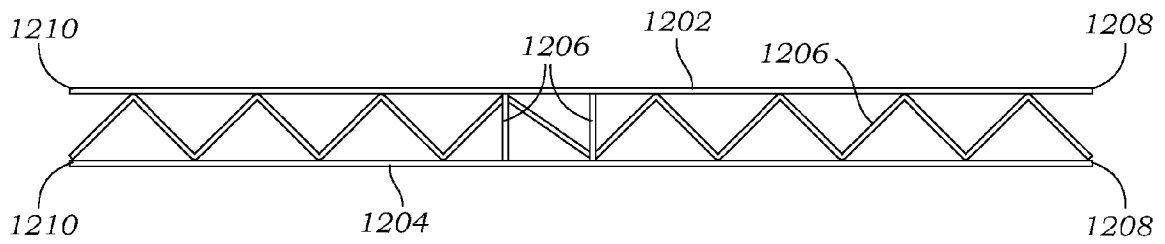


Fig. 12

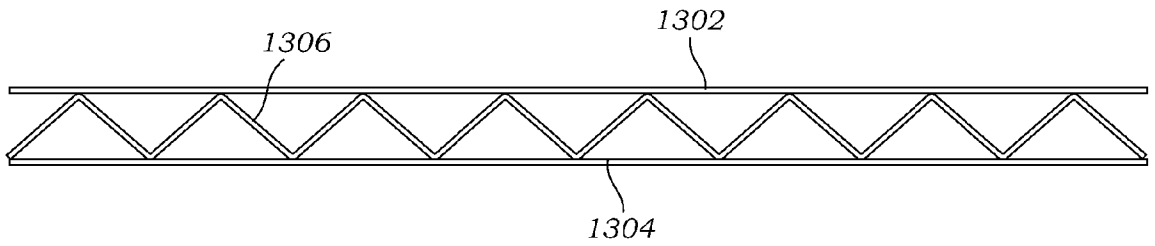
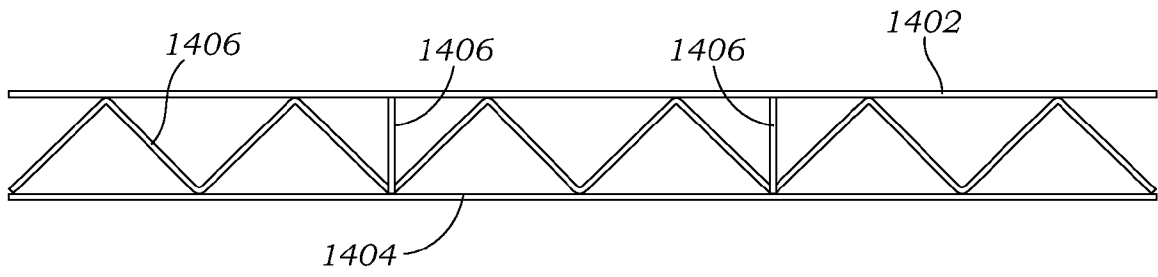
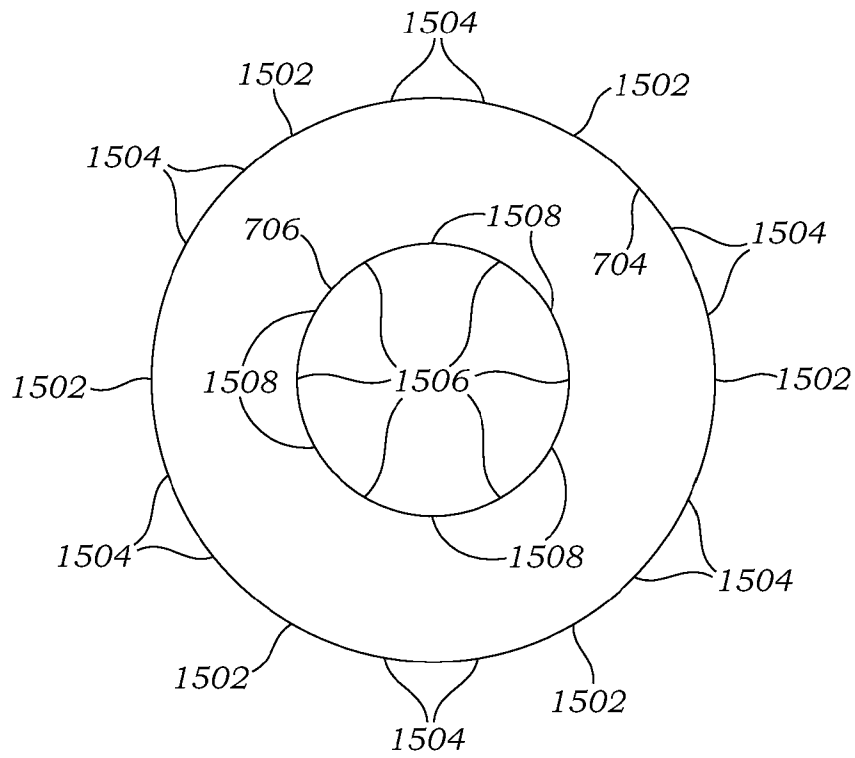


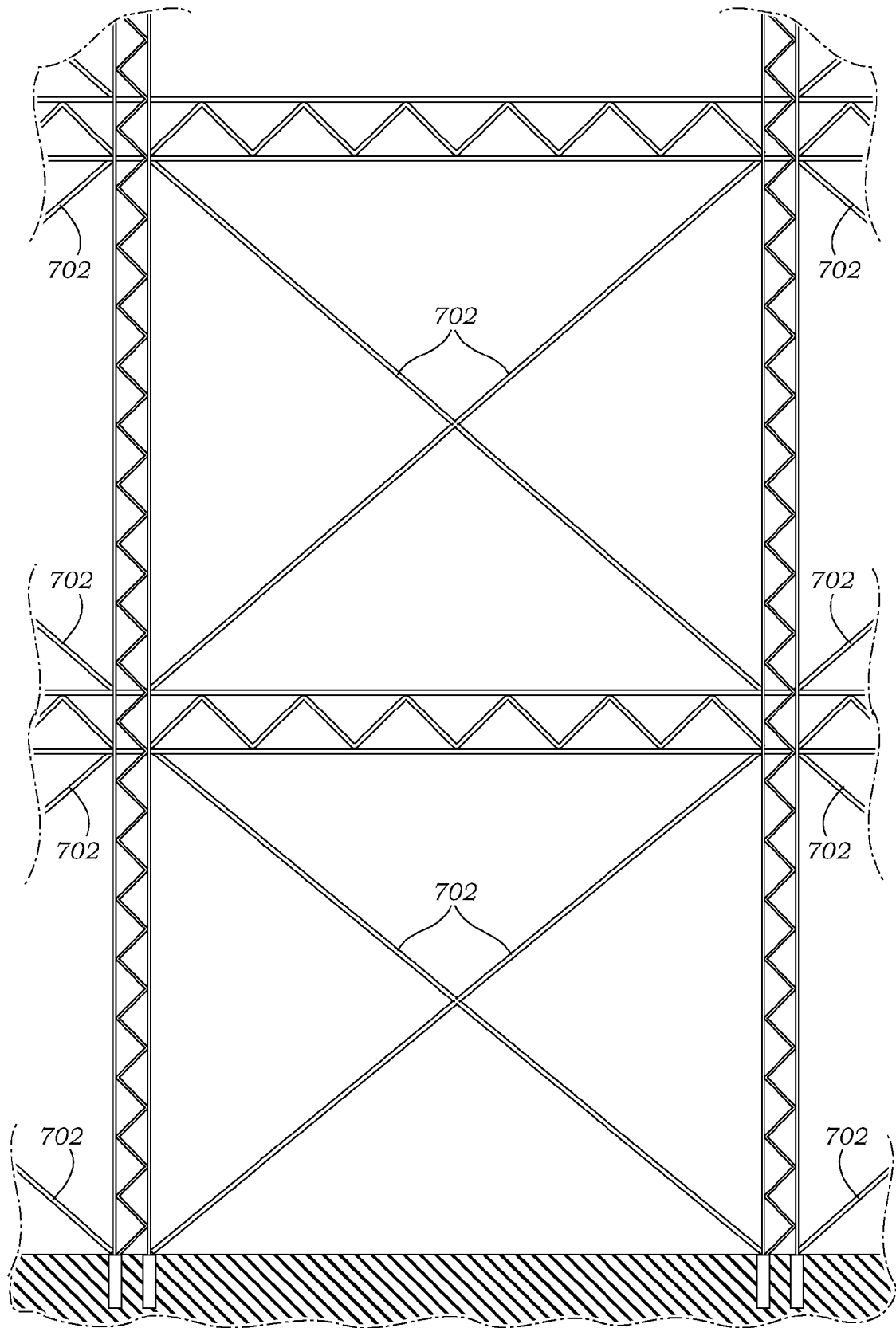
Fig. 13



*Fig. 14*



*Fig. 15*



*Fig. 16*