

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 559 018**

51 Int. Cl.:

F03D 9/00 (2006.01)

F03D 11/04 (2006.01)

F03D 3/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.03.2011 E 11713499 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.10.2015 EP 2536946**

54 Título: **Sistema de turbina eólica**

30 Prioridad:

17.02.2010 GB 201002646

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

10.02.2016

73 Titular/es:

**SPINETIC ENERGY LIMITED (100.0%)
65 St Mary Street
Chippenham, Wiltshire SN15 3JF, GB**

72 Inventor/es:

RODWAY, GILES HENRY

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 559 018 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

Sistema de turbina eólica

Esta invención se relaciona a un sistema de turbina eólica modular adecuado para la construcción de parques eólicos.

- 5 La conveniencia de convertir la energía eólica en energía eléctrica es bien conocida, es decir que la electricidad es generada sin la quema de combustibles fósiles, y en consecuencia sin las emisiones de dióxido de carbono asociadas.

10 Los parques eólicos convencionales, los cuales consisten de instalaciones de turbina de eje horizontal a gran escala, experimentan un número de inconvenientes financieros y ambientales: Cada turbina requiere su propia torre de acero muy alta y pesada, con un cableado eléctrico extenso que va desde el eje de la turbina a la base de cada torre y de allí a una subestación para la transmisión en adelante de la energía. La creación de una torre maciza, nuevas vías de acceso capaces de llevar equipos de elevación pesados, y el drenaje de tierras adicionales son requeridos a menudo cuando se instala un parque eólico convencional. Aparte de los costes financieros, de energía y ambientales de esta infraestructura adicional, las turbinas en sí están a menudo opuestas por las comunidades locales debido a su dominancia visual del paisaje y la producción de un "parpadeo" visual y de ruido de baja frecuencia, los cuales pueden ser percibidos como una molestia incluso a distancias considerables de la instalación, debido a la altura de las turbinas por encima del nivel del suelo. Las oposiciones ambientales y los accesos físicos para el equipo de turbina y las torres, constituyen restricciones severas en el rango de las ubicaciones donde se pueden desplegar grandes turbinas eólicas en tierra. Las turbinas eólicas en alta mar superan las oposiciones visuales y de ruido, pero sufren de un gran coste de instalación y cableado/conexión.

15 Como una alternativa para las grandes turbinas individuales, se han propuesto un número de sistemas para montar formaciones de pequeñas turbinas en torres elevadas o grandes armazones del tipo andamio en plataformas giratorias, en diversas patentes y aplicaciones de patente, por ejemplo la US6749399 y la WO2009130691. Estos diseños, sin embargo, sufrirían de muchas de las oposiciones descritas anteriormente, de manera particular los costes del cableado, ruido y la impertinencia visual. De manera adicional, los dispositivos de plataforma giratoria requerirían una gran huella en la tierra que estos ocupen.

20 Una aproximación diferente ha sido montar pequeñas turbinas en edificios ya sea de manera individual o en formaciones como, por ejemplo, se describe en la US4220870 y la WO2005052362. Sin embargo, un número de estudios han mostrado que la velocidad del viento se reduce y la turbulencia se incrementa en la vecindad de la mayoría de edificios, por lo que la salida de energía de tales disposiciones es probable que sea mínima en la mayoría de los casos.

25 Las turbinas eólicas más pequeñas en postes individuales ubicados lejos de edificios cercanos, árboles altos u otros obstáculos producen una mejor salida de energía que las equivalentes montadas en un edificio. Una diversidad de tales máquinas está ahora disponible de manera comercial, que incluye tanto los tipos de eje horizontal, los cuales necesitan tener su eje de rotación alineado con la dirección del viento para una eficiencia óptima y también las máquinas de "eje vertical" las cuales algunas veces son descritas como omnidireccionales en que son capaces de extraer la energía con eficiencia moderada del viento que llega desde cualquier dirección en un plano perpendicular al eje de la turbina. En consecuencia para ciertas direcciones de viento una máquina de "eje vertical" extraerá la energía incluso si su eje es otro que el vertical. Las instalaciones convencionales de máquinas individuales de eje horizontal o vertical requieren aún la energía, instalación y costes financieros adicionales considerables ambos de los postes o torres de soporte individuales, los cuales deben tener una construcción fuerte de manera suficiente para resistir vientos de fuerza vendaval desde cualquier dirección, y el cableado eléctrico adicional o enlaces mecánicos requeridos para tomar la salida de energía desde cada turbina individual desde su altura de eje hasta el nivel del suelo y de allí al punto de consumo o de transmisión hacia adelante. Para sistemas de bajo voltaje, como son usados de manera común en turbinas eólicas más pequeñas con índices de 10kW o menos, las corrientes eléctricas altas de manera relativa resultan cuando hay una salida de energía significativa desde los generadores. Por lo tanto la elección que enfrenta el instalador o el usuario es invertir ya sea en una sección transversal más grande, y por lo tanto costosa, la conexión de cables desde el generador al punto de uso o de transmisión en adelante, o aceptar pérdidas de energía considerables debido al calentamiento resistivo de los cables si se utilizan cables de conexión de un diámetro pequeño.

30 Se han hecho algunas propuestas para construcciones del tipo "valla de viento" ya sea al nivel del suelo o elevadas en los postes como, por ejemplo, se describe en la US5642984, la US4265086, la US2218867, y la US1876595. Al igual que con las turbinas individuales en los postes, un problema clave que surge con tal diseño es aún cómo tomar la energía desde donde es recolectada por las turbinas hasta donde esta es utilizada. Las propuestas han incluido enlaces mecánicos o hidráulicos entre las turbinas y estaciones de energía centrales o generadores, o que las turbinas tengan generadores eléctricos individuales, la electricidad es tomada al punto de uso o transmisión por

cables. El uso de cableado, enlaces hidráulicos o mecánicos suman un coste considerable y complejidad a estos diseños. Una segunda preocupación clave, del aseguramiento de la estructura contra vientos fuertes, está dirigida en algunos diseños utilizando cables de retención unidos desde el suelo a diversos puntos en la estructura. Estos podrían, sin embargo, interferir de manera significativa con el uso en tierra en muchas instalaciones de parques eólicos. La alternativa convencional, de utilizar postes verticales individuales fuertes de manera significativa en intervalos implica, al igual que con las turbinas eólicas convencionales de área de barrido equivalente, postes grandes y pesados de manera relativa, y por lo tanto grúas grandes o mecanismos de levantamiento similares para elevar los postes y unir las turbinas a estos.

Otras propuestas están descritas en la US2009/146435, la WO2005/111416 y la DE10160836.

10 En consecuencia queda una necesidad para un sistema de parque eólico ligero y de bajo coste el cual requiere un mínimo de materiales para su construcción, minimizando o eliminando los accesos adicionales y la infraestructura de conexión eléctrica, y tiene un impacto ambiental mínimo.

15 La presente invención direcciona la necesidad anterior por el uso de una formación interconectada modular de turbinas eólicas ligera, montada en un sistema de carriles de conducción eléctrica, vigas u otras formas estructurales, por lo cual los miembros estructurales de conducción eléctrica combinan las funciones de llevar el peso de las turbinas, las fuerzas debido a las cargas del viento, y proporcionando un circuito eléctrico completo para transmitir la energía eléctrica producida por las turbinas a donde quiera sea requerido, reduciendo o eliminando así la necesidad de tendidos de cable tradicionales.

20 Un aspecto de la invención proporciona un sistema para capturar energía del viento, que comprende una diversidad de módulos, en donde cada uno de dichos módulos comprende:

uno o más carriles estructurales conductores eléctricamente;

al menos una turbina eólica, soportada por al menos uno de dichos carriles estructurales conductores eléctricamente; y,

25 al menos un generador eléctrico, manejado por al menos una turbina eólica, al menos dicho generador eléctrico comprende al menos un primer terminal eléctrico el cual está conectado eléctricamente a al menos un primero de dichos carriles estructurales conductores eléctricamente, y al menos un segundo terminal eléctrico el cual está conectado eléctricamente un conductor eléctrico separado que está aislado eléctricamente desde dicho primer carril estructural conductor eléctricamente.

30 dichos módulos están vinculados eléctricamente el uno al otro de manera que cada uno de dichos primeros carriles estructurales conductores eléctricamente, está conectado eléctricamente al carril estructural conductor eléctricamente equivalente eléctricamente en al menos un módulo adyacente de manera que la disposición vinculada de los módulos comprende al menos una línea de carriles estructurales conductores eléctricamente concadenados, dicha línea de carriles estructurales conductores eléctricamente concadenados junto con dicho(s) conductor(es) eléctricos, son capaces de transportar energía eléctrica desde los generadores de turbina eólica a una ubicación elegida o ubicaciones para el consumo, almacenamiento, o transmisión hacia adelante de dicha energía eléctrica.

En algunas realizaciones de la invención, dicho conductor eléctrico separado puede comprender uno o más cables aislados eléctricamente, pero en las realizaciones preferidas dicho conductor eléctrico separado comprende al menos un segundo de dichos carriles estructurales conductores eléctricamente.

40 En algunas realizaciones preferidas de la invención, los carriles estructurales conductores eléctricamente están dispuestos para estar, en uso, horizontales sustancialmente, o paralelos sustancialmente al suelo u otra superficie en la cual está ubicada la formación de módulos. Esto puede sin embargo ser posible que dichos carriles estructurales conductores eléctricamente estén dispuestos para estar, en uso, verticales, o verticales sustancialmente, o perpendiculares sustancialmente al suelo u otra superficie en la cual está ubicada la formación de módulos. Las formaciones pueden por tanto estar contempladas que se extiendan hacia arriba, en lugar que a lo largo del suelo u otra superficie en la cual están montados. Las turbinas pueden estar dispuestas para girar alrededor de los ejes que no son verticales o incluso horizontales sustancialmente, aunque los ejes de turbina vertical son en general preferidos por su independencia sustancial de la dirección del viento.

45 Además, el posicionamiento relativo y la orientación de los módulos son preferibles de manera que la resistencia mecánica de la formación es maximizada en las direcciones las cuales experimentarán cargas elevadas del viento. Las realizaciones preferidas de la invención están configuradas para ser elevadas en postes de menos de 15m de altura, y por lo tanto ser discretos de manera visual comparados con los parques eólicos convencionales, aquellas

5 turbinas pueden alcanzar de manera considerable más de 100m en altura. Las formaciones de módulos de acuerdo con las realizaciones preferidas de la presente invención son capaces en general de estar erguidas desde el nivel del suelo por pequeños equipos de trabajadores, preferiblemente sin el uso de grúas, y capaces de ser llevadas a, y dentro de, los sitios donde hay pequeñas carreteras o incluso no hay carreteras de acceso en absoluto. La naturaleza modular del sistema permite también la reubicación de los módulos individuales y la adición, eliminación, o reemplazo de los módulos con una relativa facilidad.

Breve descripción de los dibujos

- La Fig. 1 es una vista en perspectiva de un módulo de turbina eólica construido de acuerdo con la presente invención.
- 10 La Fig. 2 es una vista lateral esquemática de una turbina eólica individual, un generador asociado, y una sección de los carriles conductores de un módulo de acuerdo con la presente invención, ilustrando un medio por el cual el generador puede estar conectado eléctricamente a los carriles conductores.
- La Fig. 3 es una vista lateral esquemática de componentes similares a aquellos de la Fig. 2, pero ilustrando un medio alternativo por el cual el generador puede estar conectado eléctricamente a los carriles conductores.
- 15 La Fig. 4 es una vista lateral esquemática de una formación de módulos similar al módulo que se muestra en la Fig. 1, pero elevado en postes de extensión, e ilustrando un medio por el cual los módulos pueden estar interconectados eléctricamente.
- La Fig. 5 es una vista en perspectiva de distintos módulos de turbina eólica similares a los que se ilustran en la Fig. 1, pero con la adición de postes de extensión, que ilustran como los módulos pueden estar dispuestos de manera ventajosa en un lugar, antes de ser erguidos para formar una formación vinculada.
- 20 La Fig. 6 es una vista en perspectiva de los módulos que se muestran en la Fig. 5 después que han sido erguidos, que ilustran enlaces entre ellos de manera que forman una formación interconectada eléctrica y mecánicamente la cual está asegurada en una dirección paralela al viento predominante y perpendicular a los planos de los módulos.
- La Fig. 7 es una vista de plano de una formación de módulos en una disposición similar a la que se ilustra en la Fig. 6.
- 25 La Fig. 8 y la Fig. 9 son vistas de plano que ilustran ejemplo de otros medios por los cuales se puede usar un posicionamiento relativo de los módulos para asegurar toda la formación de módulos en contra de los vientos que llegan perpendiculares de manera aproximada a los módulos.
- La Fig. 10 es una vista de plano que muestra un ejemplo de cómo pueden ser construidas ventajosamente las formaciones de módulos en las cuales los módulos individuales incluyen carriles conductores los cuales no son derechos.
- 30 La Fig. 11 es una vista de plano que ilustra una formación ramificada de los módulos, y en la cual algunos de los módulos pueden incluir diferentes números y separaciones de turbinas individuales.
- La Fig. 12 es una vista en perspectiva que ilustra un medio por el cual la posición de una turbina individual y un generador pueden estar ajustados a lo largo de los carriles conductores de un módulo.
- 35 La Fig. 13 es una vista en perspectiva que ilustra un ejemplo alternativo de un medio por el cual la posición de una turbina individual y un generador puede ser ajustada a lo largo de los carriles conductores de un módulo.
- La Fig. 14 es una vista lateral esquemática de un módulo de acuerdo con la presente invención, que ilustra un medio por el cual un módulo individual puede estar asegurado contra las fuerzas mecánicas de corte en un plano del módulo.
- 40 La Fig. 15 es una vista en perspectiva que ilustra módulos dispuestos en más de un nivel en postes de soporte comunes.
- La Fig. 16 es una vista en perspectiva que ilustra cómo las turbinas dentro de un módulo pueden estar configuradas en pares, con cada par manejando un generador eléctrico compartido.

La Fig. 17 es una vista en perspectiva que ilustra una configuración de armazón de módulo de acuerdo con la presente invención, por lo cual los carriles están dispuestos mutuamente en armazones paralelos aislados eléctricamente.

5 La Fig. 18, la Fig. 19 y la Fig. 20 son vistas en perspectiva que ilustran distintos ejemplos de posibles disposiciones adicionales de carriles conductores de acuerdo con la presente invención.

La Fig. 21 es una vista en perspectiva de un módulo el cual incluye conjuntos de turbinas y generadores en diferentes orientaciones.

Descripción detallada de la invención

10 Un primer aspecto de la presente invención proporciona una formación de unidades modulares vinculadas eléctricamente ("módulos"), en donde cada uno de los módulos comprende una diversidad de elementos estructurales alargados conductores eléctricamente ("carriles") los cuales pueden tomar la forma de carriles de metal, tubos, vigas, barras u otras formas estructurales conocidas, y al menos una turbina eólica soportada por uno o más de los carriles. Preferiblemente los carriles son horizontales sustancialmente o paralelos sustancialmente al suelo u otra superficie en la cual está ubicada la formación de módulos. Al menos uno de los carriles está aislado eléctricamente de al menos uno de los otros carriles en cada módulo, pero cada carril de conducción de corriente está conectado eléctricamente al carril o carriles equivalente(s) eléctricamente en el módulo o módulos cercano(s), por ejemplo por cables de puente o carriles de conexión. Los carriles estructurales conductores eléctricamente por lo tanto realizan las funciones combinadas de soportar de manera física una formación de turbinas de viento individuales y de transportar la energía eléctrica producida por los generadores eléctricos, los cuales están acoplados a sí mismos directa o indirectamente a las turbinas eólicas, a las ubicaciones designadas para el consumo, almacenamiento o transmisión hacia adelante de dicha energía eléctrica. Preferiblemente los carriles estructurales conductores eléctricamente están fabricados de aluminio, o una aleación que contiene una alta proporción de aluminio. El aluminio y muchas de sus aleaciones poseen las características deseables de tener tanto relaciones de alta resistencia – peso, y una relación elevada de conductividad eléctrica para el peso y el coste comparado con otros materiales conocidos, haciéndolos ideales para estructuras tales como aquellas de la presente invención, las cuales necesitan ser fuertes, ligeras en peso, bajas en coste, y elevadas en conductividad eléctrica. El aluminio y sus aleaciones están disponibles fácilmente como longitudes extruidas con muchas formas de sección transversal adecuadas para la aplicación descrita en la presente invención, tal como secciones de caja, vigas y tubos. Adicionalmente, estas en general poseen muy buena resistencia a la corrosión, por lo tanto no requieren pintura o mantenimiento en aplicaciones al aire libre tal como las previstas en la presente invención.

15
20
25
30

Otro aspecto de la presente invención es que los módulos cercanos, preferiblemente erguidos a una altura de al menos varios metros por encima del nivel del suelo en postes de soporte verticales, están dispuestos preferiblemente uno respecto al otro de manera que la configuración de la formación de los módulos conectados asegura la estructura efectivamente contra los vientos que llegan de direcciones perpendiculares sustancialmente a los módulos, a un grado donde el aseguramiento impide la necesidad de cables de retención o postes de soporte pesados.

35

Además, cada módulo puede estar conectado a otros más de dos módulos de manera que, por ejemplo, las líneas de aseguramiento de los módulos pueden estar formadas y estas, a su vez pueden estar conectadas a otras líneas de módulos.

40 Está previsto que las líneas y las redes que contengan cualquier número de módulos pueden ser producidas de esta manera, conteniendo formaciones de cualquier número de turbinas, todas vinculadas eléctricamente a un conjunto común de carriles conductores eléctricamente, dichos carriles transportan la electricidad producida por los generadores, acoplados a las turbinas, a cualquier punto o puntos que sean convenientes para el uso, almacenamiento o transmisión en adelante, por ejemplo a través de la red nacional de electricidad.

45 Un aspecto adicional de la invención es que cada módulo puede estar fijado a un par de postes de soporte, uno a cada extremo del módulo, cada poste de soporte en sí está articulado en su otro extremo a un punto de fijación en el suelo. Cada módulo es preferiblemente de un tamaño y peso los cuales permiten que estos sean erguidos dentro de la posición por un pequeño grupo de trabajadores, ya sea manualmente o con un cabrestante o por otro medio sencillo, operado desde tierra pero preferiblemente sin la necesidad de una grúa u otros equipos de levantamiento pesados.

50

Combinando el transporte de la energía eléctrica y las funciones de soporte estructurales de esta manera el sistema minimiza o elimina el uso de tendidos de cable eléctrico. En consecuencia se minimizan el peso, coste, materiales de fabricación y entradas de energía para los componentes de transporte de electricidad. De manera similar, combinando los módulos adyacentes del sistema en una configuración donde estos fortalecen colectivamente la estructura a un grado máximo en las direcciones que este experimentará las cargas de viento más elevadas, es

55

decir perpendicular a los planos de los módulos, se puede eliminar el peso adicional y la complejidad de la instalación asociada con los postes de soporte pesados o aseguramiento externo tal como cables de retención.

La Fig. 1 es una vista en perspectiva de un módulo individual para un montaje dentro de una formación de tales módulos de acuerdo con una realización preferida de la presente invención. Cada uno de dichos módulos en esta realización preferida tiene un primer y un segundo carril estructural mutuamente aislado eléctricamente, de conductividad eléctricamente, 1a y 1b, cada uno de dichos carriles está instalado ya sea en la orientación horizontal sustancialmente o paralelo sustancialmente al suelo u otra superficie en la cual está ubicada la formación, y el par de dichos carriles está tendido preferiblemente en un plano vertical sustancialmente tal que uno de los carriles está por encima sustancialmente que el otro y de manera ventajosa está también orientado sustancialmente perpendicular a la dirección del viento predominante en la cercanía del módulo. La disposición de cada uno de dichos carriles en cada módulo es una formación de turbinas 2 eólicas de eje vertical, cada una acoplada de manera giratoria a los carriles 1a y 1b, a través de los ejes 3a y 3b de manera respectiva. Los acoplamientos giratorios incorporan rodamientos, son omitidos dichos rodamientos de los dibujos para claridad. En la Fig. 1 y las ilustraciones subsiguientes, el perfil de las turbinas 2 eólicas como se ilustra no es representativo necesariamente al perfil de turbina actual a ser usado en la práctica. El diseño detallado y los perfiles de pala actual de las turbinas individuales pueden, por ejemplo, ser seleccionados de una diversidad de diseños conocidos. Las turbinas puede ser de los tipos conocidos de dos palas o de tres palas, pero preferiblemente son de un diseño de "auto arranque" en el cual cada turbina posee la capacidad de alcanzar su velocidad de operación óptima de rotación solo con el flujo del viento, sin un requerimiento inicial de un motor de accionamiento para girarla hasta la velocidad. Un ejemplo de un perfil adecuado de las palas de dichas turbinas de eje vertical es el que se describe en la patente US5494407, dicho perfil es eficiente, fuerte de manera relativa, y sencillo de construir de materiales laminares ligeros, el material preferido para la construcción de las palas en la presente invención es el aluminio o la aleación de aluminio. Los rodamientos pueden ser de cualquier tipo conocido, pero se prefieren los montajes de rodamiento de bola de sellado estándar de dimensiones adecuadas. Cada turbina 2 eólica individual preferiblemente impulsa directamente un generador 4 eléctrico individual, dichos generadores están montados preferiblemente en uno de los carriles estructurales conductores, como se ilustra en la Fig. 1, aunque otras disposiciones donde las turbinas impulsan los generadores de manera indirecta a través de engranes u otros medios, que incluye disposiciones en las cuales múltiples turbinas están vinculadas a generadores simples o en las cuales múltiples generadores están vinculados a turbinas simples, son también posibles dentro del alcance de la presente invención.

Aunque los generadores eléctricos pueden producir una corriente alterna o directa, en las realizaciones preferidas cada generador comprende una unidad de alternador de imán radial con núcleo de aire o de flujo axial permanente con circuitos integrados de rectificador de onda completa dentro de dicha unidad de manera que la salida final del generador es corriente directa (DC). En el contexto de esta discusión de la presente invención, el término "generador" es entendido que incluye una unidad que consiste de un alternador eléctrico conectado a un circuito o dispositivo rectificador, para que produzca una salida DC. Los dos terminales de salida de dicho generador DC están entonces conectados eléctricamente a los carriles 1a y 1b respectivamente, y cada uno de dichos generadores DC en cada módulo está conectado eléctricamente a los carriles 1a y 1b en el mismo sentido eléctrico, de manera que la formación completa de los generadores DC para cada módulo en consecuencia está conectada en paralelo. En algunas realizaciones ventajosas de la presente invención, los generadores son de un tipo de "bajo voltaje", de manera que la salida del voltaje máximo es menos de 100V, preferiblemente menos de 50V. Las instalaciones pueden, por ejemplo, en este último caso ser más seguras considerablemente si es requerido por el personal para trabajar los módulos a la vez que los carriles están en su voltaje de operación nominal. Para algunas aplicaciones donde, por ejemplo, se requiere minimizar las pérdidas de calentamiento resistivas en los carriles de conducción eléctricamente para funcionamientos muy largos de los módulos, se pueden preferir, sin embargo, altos voltajes.

Con el fin de vincular los dos carriles conductores eléctricamente 1a y 1b mecánicamente el uno con el otro formando un armazón rígido, se pueden usar carriles de vínculo estructural, 5b en la Fig. 1. Preferiblemente los carriles de vínculo son en sí mismos conductores eléctricamente, y pueden ser de formas transversales similares a los carriles 1a y 1b conductores, preferiblemente, también hechos de aluminio o una aleación de aluminio. Esto es, sin embargo, necesario que los carriles de vínculo no conecten eléctricamente el carril 1a con el carril 1b, ya que los carriles 1a y 1b deben mantenerse aislados eléctricamente mutuamente. Para tal fin, se emplean las piezas 6 de aislamiento interpuestas en la realización preferida entre los carriles 5b de vínculo y al menos uno de los carriles 1a y 1b conductores.

En la realización preferida anteriormente mencionada, la conexión eléctrica entre los generadores eléctricos y los carriles 1a y 1b de conducción es lograda de manera conveniente como se ilustra de manera esquemática en la Fig. 2. Un terminal en el generador DC está vinculado eléctricamente al carril 1a de conducción al cual está unido el generador, ya sea directamente o a través de un cable 7a de conexión corto. El otro terminal está vinculado eléctricamente al carril 1b de conducción por un medio de otro cable 7b de conexión corto, conectado eléctricamente a un carril 5b de vinculación, a su vez conectado eléctricamente al carril 1b de conducción pero aislado eléctricamente al carril 1a de conducción. Las disposiciones alternativas son, por supuesto, posibles, por ejemplo el cable 7b de conexión puede estar encaminado a través o a lo largo de la barra 5b de vinculación. Los cables de conexión mencionados anteriormente pueden ser de una sección transversal pequeña de relativamente ya que

necesitan llevar solo la salida de corriente a un solo generador, dicha corriente es de unos pocos amperios típicamente, mientras los carriles 1a y 1b de conducción eléctrica, con muchos generadores conectados de manera potencial, pueden tener que llevar varios cientos de amperios en momentos de salidas pico. Otro ejemplo de una posible configuración para una conexión eléctrica de un generador a los carriles 1a y 1b de conducción es una en la cual no hay cables de conexión externos que conduzcan desde el generador, pero en lugar de esto todas las conexiones eléctricas son hechas dentro del montaje de generador/turbina, como se ilustra en la Fig. 3. En este caso, el vínculo eléctrico del generador al carril 1a de conducción es hecho directamente, posiblemente como parte de la unión mecánica del generador al carril 1a, y el vínculo al carril 1b de conducción es hecho en sí mismo a través de la turbina 2b donde, en el ejemplo que se ilustra, la turbina y sus ejes asociados están hechos de un material conductor. Dicha disposición requeriría acoplamientos eléctricos de manera giratoria adecuados entre el generador y la turbina 2b así como entre la turbina 2b y el carril 1b de conducción. Esto puede ser logrado ya sea utilizando rodamientos conductores eléctricamente diseñados adecuadamente o por otros medios, tal como anillos colectores en los ejes de turbina: En los ejemplos que se muestran en la Fig. 1, la Fig. 2, la Fig. 3 y las figuras subsecuentes, debe tenerse cuidado que los medios de proporcionar la unión mecánica adecuada de la turbina a los carriles 1a y 1b conductores no proporcionan a sí mismos un camino conductor eléctricamente directo entre los carriles 1a y 1b conductores. Las cubiertas aisladas adecuadas para los rodamientos, ejes de turbina aislados u otros medios podrían lograr este objetivo.

En los ejemplos que se ilustran en la Fig. 2 y la Fig. 3 el terminal positivo del generador está conectado al carril 1a superior y el terminal negativo al carril 1b inferior. La polaridad de conexión opuesta es también aceptable, la consideración importante es que cada generador en la formación debería estar conectado eléctricamente a los carriles 1a y 1b de conducción con la misma polaridad que todos los demás generadores. Uno de los dos carriles 1a o 1b puede también estar conectado eléctricamente a tierra de manera que se mantenga constante al potencial de tierra. Esto puede, por ejemplo, ser benéfico para mantener uno de los carriles conductores en el potencial de tierra para asistir en proteger la formación en el evento de un impacto de rayo. Otras configuraciones de conexión eléctrica, tal como pares o grupos de generadores que están conectados en series, los voltajes de salida superiores resultantes de cada grupo están conectados en paralelo a través de los carriles conductores eléctricamente, pueden también preverse.

La Fig. 4 es una vista lateral esquemática que muestra parte de una formación de módulos vinculados para formar una cerca. Los vínculos 8a y 8b eléctricos entre los carriles en módulos adyacentes en la formación se muestran, y en este ejemplo, los módulos se levantan también en postes 9 de soporte verticales. Cada carril 1a conductor está vinculado a los carriles 1a cercanos de conducción por vínculos de conducción eléctrica, los cuales pueden tomar una diversidad de formas, que incluyen cables 8a cortos de puente flexibles como se ilustran, o en una realización preferida, por carriles de conexión estructural cortos. Con los carriles 1a de conducción, los carriles 1b de conducción pueden estar vinculados eléctricamente a los carriles 1b de conducción cercanos por una diversidad de medios, por ejemplo por cables 8b cortos de puente flexibles, o en una realización preferida, por carriles de conexión estructurales cortos. Así como con el vínculo eléctrico habría preferentemente algunos vínculos mecánicos adicionales entre los módulos cercanos, estos vínculos mecánicos serán discutidos en más detalle más abajo y con referencia a las figuras subsecuentes.

La Fig. 5 muestra como muchos de los módulos de la realización preferida mencionada anteriormente en la presente invención, con postes unidos, pueden estar ventajosamente dispuestos en el suelo u otra superficie 10 en preparación para ser erguidos en los postes 9 de soporte a su altura operativa y subsecuentemente vinculados entre sí. De manera ideal los módulos están orientados de manera que, cuando están erguidos, el plano de la mayoría de los módulos es perpendicular sustancialmente a la dirección 11 del viento predominante en el lugar donde está instalada la formación, aunque se prevé que cada módulo capturará cantidades útiles de energía eólica sobre un rango de direcciones del viento con la excepción de aquellos paralelos aproximadamente al plano del módulo. En las realizaciones preferidas, cada módulo está fijado a un par de postes 9 de extensión, uno en cada extremo del módulo, dichos postes están unidos preferiblemente por mecanismos de bisagra a las bases 12, dichas bases son bandejas de metal, postes cortos u otras estructuras unidas a sí mismas, o manejadas dentro, del suelo, o son lastrados de tal manera como para que sean inmóviles. Cada módulo está erguido dentro de su posición operativa por encima del suelo girando el montaje, que comprende un módulo unido a dos postes, alrededor de los puntos de articulación ubicados en las bases, hasta que el montaje esté en una posición vertical como se muestra por las flechas 13a y 13b de dirección. Una vez está vertical, cada módulo preferiblemente está conectado mecánica y eléctricamente a sus vecinos.

Una vista en perspectiva de una realización preferida de una estructura de formación modular creada en consecuencia se ilustra en la Fig. 6, en donde los módulos adyacentes están conectados por carriles 14 estructurales cortos, algunos de los cuales pueden primariamente servir mecánicamente para conectar y asegurar la estructura, otros de los cuales 14a, 14b aseguran mecánicamente la estructura y de manera simultánea conectan eléctricamente el carril conductor eléctricamente correspondiente, 1a o 1b de manera respectiva, al cual estos están unidos de manera inicial, al carril conductor equivalente eléctricamente en un módulo adyacente. Se debería notar que, en la Fig. 6, la turbina en el extremo del lado derecho del módulo central ha sido removida de la ilustración para claridad, con el fin de permitir que los carriles estructurales y conductores se vean de manera más clara. La

estructura como se ilustra en la Fig. 6 logra una fuerza elevada en una dirección paralela a la dirección 11 predominante del viento, por virtud de los postes 9 de soporte verticales de cualquiera de los dos módulos adyacentes que son compensados con respecto el uno al otro, y vinculados por carriles 14 de conexión, de manera colectiva formando un almacén asegurado de dos dimensiones o una estructura enrejada en un plano paralelo sustancialmente a la dirección 11 predominante del viento.

La Fig. 7 es una vista de plano de una formación de módulos compensados similares a los que se muestran en la vista en perspectiva de la fig. 6. Además al ejemplo que se ilustra en la Fig. 6 y la Fig. 7, hay otros medios por los cuales la formación de módulos pueden estar fortificados sin compensar los módulos en la forma descrita anteriormente.

La Fig. 8 es una vista de plano de una disposición de módulos en zigzag corrugados, los cuales logran una fuerza elevada en la dirección perpendicular de manera aproximada a la línea de módulos por virtud de la característica que cualquiera de los tres postes de soporte verticales cercanos formen un trípode, en lugar de ser coplanario. Igualmente, como se ilustra en la vista de plano de la Fig. 9, una formación de módulos los cuales siguen una curva tiene una fuerza elevada comparada con la formación plana de dos dimensiones de módulos y postes no compensados, por razones similares a aquellas que se discuten anteriormente con respecto a la disposición que se ilustra en la Fig. 8, incluso si los módulos adyacentes comparten postes en lugar que cada módulo esté erguido de manera independiente en un par de postes. Incluso aunque las disposiciones de la Fig. 8 y 9 resultarían en que cada módulo no esté precisamente perpendicular al viento predominante, los beneficios del aumento de la fuerza pueden ser suficientes para justificar esta leve reducción en la eficiencia. Además, puede ser deseable seguir las curvas de las líneas de contorno alrededor de laderas, tanto por razones estéticas y para mantener formaciones más largas horizontales aproximadamente y con sus postes de soporte que tengan la misma longitud aproximadamente, facilitando el montaje. Esta desviación de la forma macroscópica de las formaciones de módulos de una estructura plana, combinada opcionalmente con la técnica de compensación de las formaciones cercanas como se ilustra en la Fig. 7 y se describe anteriormente, será de beneficio considerable a la resistencia en general de la formación de los módulos.

La Fig. 10 es una vista de plano de una formación de módulos similar a la de la Fig. 8, pero en la cual los carriles conductores eléctricamente de cada módulo individual están curvados, y donde la dirección de la curvatura alterna entre los módulos adyacentes. La disposición que se muestra en la Fig. 10 podría impartir algún beneficio en la resistencia de vientos fuertes, comparada con los módulos con carriles derechos completamente. Los carriles derechos, si son de baja rigidez de manera relativa, podrían tender a volverse curvados notablemente con vientos muy fuertes, debido principalmente a la carga del viento en las turbinas unidas a estos, tendiendo así a arrastrar en conjunto los postes 9 de soporte verticales en cada uno de los extremos de cada carril, distorsionando posiblemente la formación como un todo. En la disposición de la Fig. 10, los pares de carriles 1a, 1b conductores, los cuales son cóncavos cuando son vistos desde la dirección en la cual el viento venidero llega, tenderán a arrastrar los postes de soporte verticales ligeramente, pero los pares de carriles que son convexos tenderán a empujar los postes verticales aparte ligeramente de manera que, a la vez que los postes verticales tienen una flexibilidad suficiente o una disposición articulada la cual les permite curvarse ligeramente en una dirección paralela de manera aproximada a la línea de la formación, las distorsiones resultantes podrían anularse en gran medida localmente entre cualquiera de los dos módulos cercanos y no pasar a lo largo de la longitud de la formación. Otras disposiciones de carriles conductores que no son derechos pueden estar previstas por ejemplo cuando las curvaturas o escalones en los carriles están en un plano vertical si, por ejemplo, se desea mantener las turbinas de viento individuales en un módulo el cual está instalado en una pendiente.

La Fig. 11 es una vista de plano de una formación ramificada de módulos, que puede estar formada por la conexión de algunos módulos individuales a más de otros dos. Al igual que el fortalecimiento adicional de la formación en general, esta estructura tiene la ventaja que puede canalizar convenientemente la energía eléctrica de un número de líneas de módulos a una sólo punto de recolección. Las líneas de los módulos pueden, por ejemplo, estar dispuestas en una serie de gradas en una ladera, o separadas en un campo plano, y puede ser deseable tomar la electricidad de aquellas líneas de módulos a un solo consumidor, instalación de almacenamiento, o subestación para transmisión en adelante. En lugar de tender cables desde el extremo de cada línea de módulos puede ser más efectivo en el coste y conveniente conectarlos eléctricamente con líneas adicionales de módulos, aumentando la capacidad de generación de toda la formación de módulos en el proceso. En la Fig. 11 se nota que los módulos los cuales están en una orientación o posición desfavorable relativamente con respecto a la dirección 11 predominante del viento, contienen menos turbinas y generadores individuales 2, 4. Esto puede ser una solución más económica que instalar una gran densidad de turbinas en módulos en dichas orientaciones desfavorables, en donde las turbinas individuales pudieran refugiar otras turbinas del viento predominante a un grado inaceptable si están instaladas a una densidad elevada. En casos extremos ocasionales puede ser ventajoso utilizar unas pocas secciones de conexión que comprenden carriles de conducción sin turbinas en absoluto en ellas.

Medios por los cuales el espaciado de turbinas individuales dentro de un módulo pueden estar ajustadas de manera conveniente por la razón anterior, o por otras razones, por ejemplo el refugio de una parte de una formación

por edificios, se ilustran en las vistas en perspectiva en la Fig. 12 y la Fig. 13. La Fig. 12 muestra como estas podrían tener líneas espaciadas estrechamente de agujeros 15a, 15b, dentro de los carriles 1a y 1b conductores eléctricamente, permitiendo a las turbinas y los generadores estar ubicados en un rango de posiciones discretas. La Fig. 13 ilustra una disposición en la cual la turbina, el generador y los rodamientos están montados en bloques corredizos o abrazaderas 16a, 16b, los cuales pueden estar fijados en cualquier posición deseada a lo largo de los carriles 1a y 1b de conducción.

En adición a los mecanismos descritos anteriormente, para las formaciones de aseguramiento de módulos contra los vientos fuertes, puede ser deseable asegurar módulos individuales contra fuerzas de corte paralelas al plano de los módulos, las cuales pueden ocurrir por ejemplo durante el montaje de las formaciones o, en algún grado debido a los vientos fuertes de manera ocasional que soplan paralelos al plano de los módulos. Hay un número de formas en las cuales tal refuerzo podría ser logrado, pero un medio conveniente para lograrlo sin adicionar piezas estructurales adicionales se ilustra como una vista lateral esquemática en la Fig. 14. En este ejemplo, los carriles 5c y 5d de vinculación están orientados deliberadamente de manera que estos no están perpendiculares a los carriles 1a y 1b principales, y de manera que los carriles 5c de vinculación no están paralelos a los carriles 5d de vinculación. Pequeñas desviaciones de manera relativa de estos carriles de vinculación de cualquier lado de una posición perpendicular podrían ser suficientes para asegurar que las fuerzas 17a, 17b de corte, que actúan en el módulo, no lo distorsionarán de manera significativa.

Todos los ejemplos descritos anteriormente de la presente invención tienen realizaciones ilustradas en las cuales son usadas una simple fila de turbinas y un simple par de carriles conductores. Puede ser deseable en algunas ubicaciones y circunstancias, sin embargo, desplegar múltiples filas de turbinas que compartan los mismos postes de soporte, por ejemplo para extraer más energía del viento en un lugar particular de un área del suelo limitada. La Fig. 15 es una vista en perspectiva que ilustra una realización de dicha disposición, que ofrece dos módulos uno encima del otro. Este ejemplo en particular involucra dos pares de carriles 1a y 1b, los cuales pueden, por ejemplo, estar conectados eléctricamente en paralelo o en serie. Los conjuntos de espaciadores 18 pueden estar interpuestos entre los módulos y los postes de soporte, dichos espaciadores están aislados eléctricamente en el ejemplo ilustrado si se desea no conectar los carriles 1b de los dos módulos a otro eléctricamente, los espaciadores 18 de manera opcional con conductores eléctricamente si se requiere la conexión paralela de los dos módulos. Son posibles otras disposiciones que involucran múltiples filas de turbinas dentro del alcance de la presente invención, que incluye aquellas en las cuales un carril medio es compartido por dos filas de turbinas, y aquellas en las cuales una fila de turbinas no está una encima de otra fila directamente, pero en lugar de ello está compensada.

La Fig. 16 es una vista en perspectiva que ilustra un ejemplo donde el uso de dos filas de turbinas puede ser benéfico de manera particular. En esta realización ventajosa, las dos filas están dispuestas de manera que cada turbina en la fila superior gira en la dirección 19a opuesta de la dirección 19b de rotación de la turbina en la fila inferior, formando así pares de turbinas a contrarrotación. Cada dicho par de turbinas comparte preferiblemente un solo generador 4c de imán permanente. Una turbina en el par maneja directamente una formación de imanes, y la otra mitad maneja directamente una formación de bobinas conductivas eléctricamente en la dirección rotacional opuesta, las bobinas están conectadas preferiblemente a un circuito rectificador de onda completa también girado por la turbina, los terminales de salida DC del rectificador conectados eléctricamente a los carriles 1a y 1b de conducción a través de acoplamientos eléctricos giratorios. En el ejemplo de la Fig. 16 los carriles que están por encima y por debajo inmediatamente de los generadores pueden ser del tipo 1a, en otras palabras de la misma polaridad. Estos pueden estar conectados mecánica y eléctricamente el uno al otro con unos carriles 20 de vinculación muy cortos, formando un subarmazón rígido para los generadores y rodamientos los cuales pueden asistir con la alineación del generador. En este caso, los carriles 1b más altos y más bajos como se ilustran en la Fig. 16 pueden estar a la misma polaridad el uno con el otro.

La realización de la Fig. 16 tiene la ventaja de que la velocidad rotacional de la formación de imanes con respecto a la formación de bobinas es el doble de manera efectiva que en un generador impulsado directamente por una sola turbina de diseño similar, en el cual solo la formación de imanes es girada, y en la cual la formación de bobinas generadoras de voltaje, las bobinas de estator, están fijas. En consecuencia, para las mismas velocidades de rotación de turbina, cada generador conectado en la forma descrita anteriormente a un par de turbinas, puede producir el doble del voltaje y por lo tanto cuatro veces la salida de potencia de un generador similar directamente impulsado por una sola turbina. Las velocidades de rotación equivalentes para el caso individual de la turbina podrían solo ser logradas en realidad, aunque, si las turbinas eólicas como se ilustran en la Fig. 16 fueran ellas mismas de gran tamaño con respecto al generador de manera que estos entregarían la potencia de entrada requerida al generador compartido sin ser desacelerada de manera desmesurada por la carga adicional requerida para impulsar dicho generador. En la práctica, el beneficio de la configuración descrita anteriormente e ilustrada en la Fig. 16 es que esta permite menos generadores o más pequeños para ser utilizados por un área dada de barrido de palas de turbina eólica, ahorrando así en materiales del generador y costes de fabricación.

En adición a aquellos diseños de módulo y de formación descritos en las realizaciones anteriores, muchas otras disposiciones de carriles conductores, turbinas y generadores son posibles dentro del alcance de la presente

invención. Unas pocas de dichas configuraciones posibles alternativas se ilustran en las Figs. 17 a la 21. En la Fig. 17, los carriles conductores forman mutuamente dos armazones aislados eléctricamente, con las turbinas dispuestas entre los carriles conductores y entre los armazones. Aunque esta disposición requiere más carriles conductores que la disposición de la Fig. 1, cada carril conductor en la Fig. 17 puede tener una sección transversal más pequeña que cada carril conductor de la Fig. 1 consistente con el sistema que se ilustra en la Fig. 17 sin embargo manteniendo la fuerza requerida y la conductividad eléctrica. Una ventaja de la disposición ilustrada en la Fig. 17 es que el generador eléctrico puede estar de manera más fácil conectado directamente a los carriles 1a y 1b conductores.

La Fig. 18 también ilustra una disposición donde los carriles 1a y 1b conductores están al lado del otro, pero en este caso sin carriles por encima o por debajo. En dicho caso un diseño de pala de turbina rígida de manera suficiente sería necesario para que la pala pueda mantenerse a sí misma en posición con solo un único eje giratorio por debajo de esta, y el eje giratorio requeriría un mecanismo de unión mucho más robusto para los carriles 1a y 1b conductores que requerirían una pala soportada por carriles en ambos extremos, debido al momento de flexión aplicado al eje giratorio durante vientos fuertes. Dichas limitaciones pueden ser mitigadas por el diseño que se muestra en la Fig. 19, en el cual las palas se extienden, en un eje común, ambas por encima y por debajo del plano de los carriles 1a y 1b conductores, para balancear los momentos de flexión mencionados anteriormente. El diseño alternativo ilustrado en la Fig. 20 también tiene algunas similitudes al de la Fig. 19, pero en el caso que se ilustra en la Fig. 20 los carriles están ubicados uno encima del otro, y el eje de turbina se extiende entre estos, a alguna extensión aliviando el problema del momento de flexión en el eje durante vientos fuertes.

La Fig. 21 es una vista en perspectiva que ilustra un diseño similar al que se muestra en la Fig. 1, excepto que algunas turbinas eólicas de "eje vertical" y los generadores asociados están dispuestas con sus ejes horizontales. De hecho, sería posible para todas las turbinas en una formación estar dispuestas en esta configuración, la cual puede ser preferida por razones estéticas en algunas ubicaciones, y la cual puede dar ventajas de eficiencia a algunos diseños específicos de pala de turbina cuando la dirección del viento fue diferente a la directamente perpendicular al plano del módulo. Diseños adicionales incorporan palas de diferentes tamaños, formas y orientaciones dentro del mismo módulo o la misma formación, los módulos con carriles conductores no paralelos, y otras modificaciones pueden ser todas deseables debido a los requerimientos y circunstancias en ubicaciones particulares. Se apreciará que, así como las realizaciones y ejemplos descritos anteriormente, serán posibles diseños y modificaciones adicionales los cuales sin embargo caen dentro del alcance de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para capturar energía del viento, comprendiendo una diversidad de módulos, en donde cada uno de dichos módulos comprende:
- uno o más carriles (1a, 1b) estructurales conductores eléctricamente;
- 5 al menos una turbina (2) eólica, soportada por al menos uno de dichos carriles (1a, 1b) conductores eléctricamente; y
- al menos un generador (4) eléctrico, impulsado por dicho al menos una turbina (2) eólica, dicho al menos un generador (4) eléctrico que comprende al menos un primer terminal eléctrico el cual está conectado eléctricamente a al menos un primero de dichos carriles estructurales conductores eléctricamente, y al menos un segundo terminal
- 10 eléctrico el cual está conectado eléctricamente a un conductor eléctrico separado que está aislado eléctricamente de dicho primer carril estructural conductor eléctricamente.
- Dichos módulos están vinculados eléctricamente el uno al otro de manera que cada uno de dichos primeros carriles estructurales conductores eléctricamente está conectado equivalente eléctricamente al carril estructural conductor eléctricamente en al menos un módulo adyacente de manera que la formación vinculada de módulos comprende al
- 15 menos una línea de carriles estructurales conductores eléctricamente concadenada, dicha línea de carriles estructurales conductores eléctricamente concadenada junto con dicho(s) conductor(es) eléctrico(s) son capaces de transportar energía eléctrica de los generadores de turbina eólica a una ubicación o ubicaciones elegida(s) para el consumo, almacenamiento, o transmisión en curso de dicha energía eléctrica.
2. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho conductor eléctrico separado comprende uno o
- 20 más cables aislados eléctricamente.
3. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho conductor eléctrico separado comprende al menos un segundo de dichos carriles (1a, 1b) estructurales conductores eléctricamente.
4. Un sistema de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde dichos carriles (1a, 1b) estructurales conductores eléctricamente están dispuestos para estar, en uso, horizontales sustancialmente, o paralelos
- 25 sustancialmente al suelo u otra superficie en la cual está ubicada la formación de módulos.
5. Un sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde dichos carriles (1a, 1b) estructurales conductores eléctricamente están dispuestos para estar, en uso, verticales sustancialmente, o verticales sustancialmente al suelo u otra superficie en la cual está ubicada la formación de módulos.
6. Un sistema de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde cada módulo, en servicio, está erguido
- 30 por encima del nivel del suelo o lejos de cualquier otra superficie en la cual está ubicada la formación de módulos, a través de un par de postes (9) de soporte, un extremo de un primer poste de soporte está unido de manera fija a un extremo próximo de dicho módulo, y un extremo de un segundo poste de soporte está unido de manera fija a un extremo distal de dicho módulo.
7. Un sistema de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde cada módulo es plano sustancialmente, y en donde en uso de la mayoría de todos los dichos módulos, o líneas de módulos, en una formación está o están orientados sustancialmente perpendicular a la dirección predominante del viento.
- 35 8. Un sistema de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, que comprende turbinas eólicas de la clase de turbinas conocidas como turbinas de eje vertical, y caracterizado por una habilidad para capturar energía igualmente de forma sustancial eficientemente del viento que llega en cualquier dirección sustancialmente perpendicular al eje de rotación de las turbinas.
- 40 9. Un sistema de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, que comprende generadores eléctricos los cuales producen salidas de corriente directa, dichas salidas de corriente directa están conectadas eléctricamente la una a la otra en paralelo por medio de conexiones al carril(es) estructural(es) conductor(s) eléctricamente de cada módulo.
10. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 9, en donde cada módulo comprende mutuamente dos carriles (1a, 1b) estructurales conductores eléctricamente aislados eléctricamente, uno de dichos carriles está por encima
- 45 sustancialmente del otro, y con una diversidad de turbinas eólicas de eje vertical que están dispuestas entre dichos carriles, cada una de dichas turbinas está conectada de manera giratoria tanto al carril de arriba de este y al carril por debajo de este, y cada una de dichas turbinas impulsa directamente un generador eléctrico coaxial, dicho generador produce una salida de corriente directa y está conectado eléctricamente, a través de conexiones a dichos

dos carriles estructurales conductores eléctricamente, en paralelo con todos los otros generadores eléctricos en la formación.

11. Un sistema de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde las conexiones eléctricas entre los módulos adyacentes están hechas por carriles de conexión conductores eléctricamente.

5 12. Un sistema de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde los carriles (1a, 1b) estructurales conductores eléctricamente están hechos de aluminio o aleación de aluminio.

10 13. Un sistema de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde los módulos adyacentes no son coplanares y están interconectados mecánicamente, de tal forma que la resistencia a las cargas eólicas de la formación de módulos, en las direcciones perpendiculares sustancialmente al plano de cualquier módulo individual, es más elevada de lo que sería el caso para una formación coplanar de módulos.

14. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 13, en donde cada módulo es compensado con respecto a los módulos adyacentes de manera inmediata en una dirección sustancialmente perpendicular al plano de dicho módulo, y en donde los módulos adyacentes están conectados el uno al otro por carriles estructurales.

15 15. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 13, en donde los módulos adyacentes forman una disposición corrugada cuando son vistos desde arriba, de manera que cualquiera de los tres puntos adyacentes de conexión entre los módulos no son coplanares.

16. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 13 en donde los puntos de conexión entre los módulos, cuando son vistos desde arriba, yacen en una curva, de manera que cualquiera de los tres puntos adyacentes de conexión entre los módulos no son coplanares.

20 17. Un sistema de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde los carriles estructurales conductores eléctricamente no están derechos.

18. Un sistema de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde al menos un módulo está conectado a más de dos de otros módulos, de tal forma que al menos una línea de módulos se ramifique para formar una diversidad de líneas de módulos.

25 19. Un sistema de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde los números o posiciones de turbinas individuales dentro de al menos un módulo difieren de aquellos dentro de al menos otro módulo en la formación de módulos.

30 20. Un sistema de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde los tamaños, las formas, las direcciones de rotación o espaciamentos de las turbinas individuales varían dentro de un módulo o dentro de una formación de módulos.

21. Un sistema de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde los módulos están apilados uno encima de otro, proporcionando así múltiples filas de turbinas y generadores individuales a diferentes alturas.

35 22. Un sistema de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde cada módulo comprende dos filas de turbinas con las turbinas dispuestas en pares, una encima de la otra, de manera que cada turbina en cualquier par gire en sentido contrario con respecto a la otra turbina de ese par, una impulsando la rotación de una formación de bobinas eléctricas en la dirección opuesta, de manera que el voltaje generado dentro de dicha formación de bobinas eléctricas es más elevado que el que se generaría por una sola turbina que gira en la velocidad angular de cualquier turbina en el par.

40 23. Un método de erigir una formación de módulos de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 6, mediante una línea de bases, dichas bases comprenden postes de metal, bandejas u otros accesorios, se establece en intervalos correspondientes a la longitud horizontal de cada módulo de turbina eólica, cada uno de dichos módulos con los postes de soporte siendo trazados de manera inicial en el lado opuesto de la línea de bases de cualquiera de los módulos adyacentes con postes de soporte unidos, cada poste de soporte está unido por un mecanismo articulado a una de las bases, y cada módulo está erguido a una posición vertical girando el montaje que comprende dicho módulo y sus dos postes de soporte unidos, alrededor de los puntos de unión articulados de los postes de soporte a las bases, uniendo mecánicamente dicho módulo y los postes de soporte, una vez esté vertical, a los módulos adyacentes y los postes de soporte de manera similar erguidos a una posición vertical.

45

Fig. 1

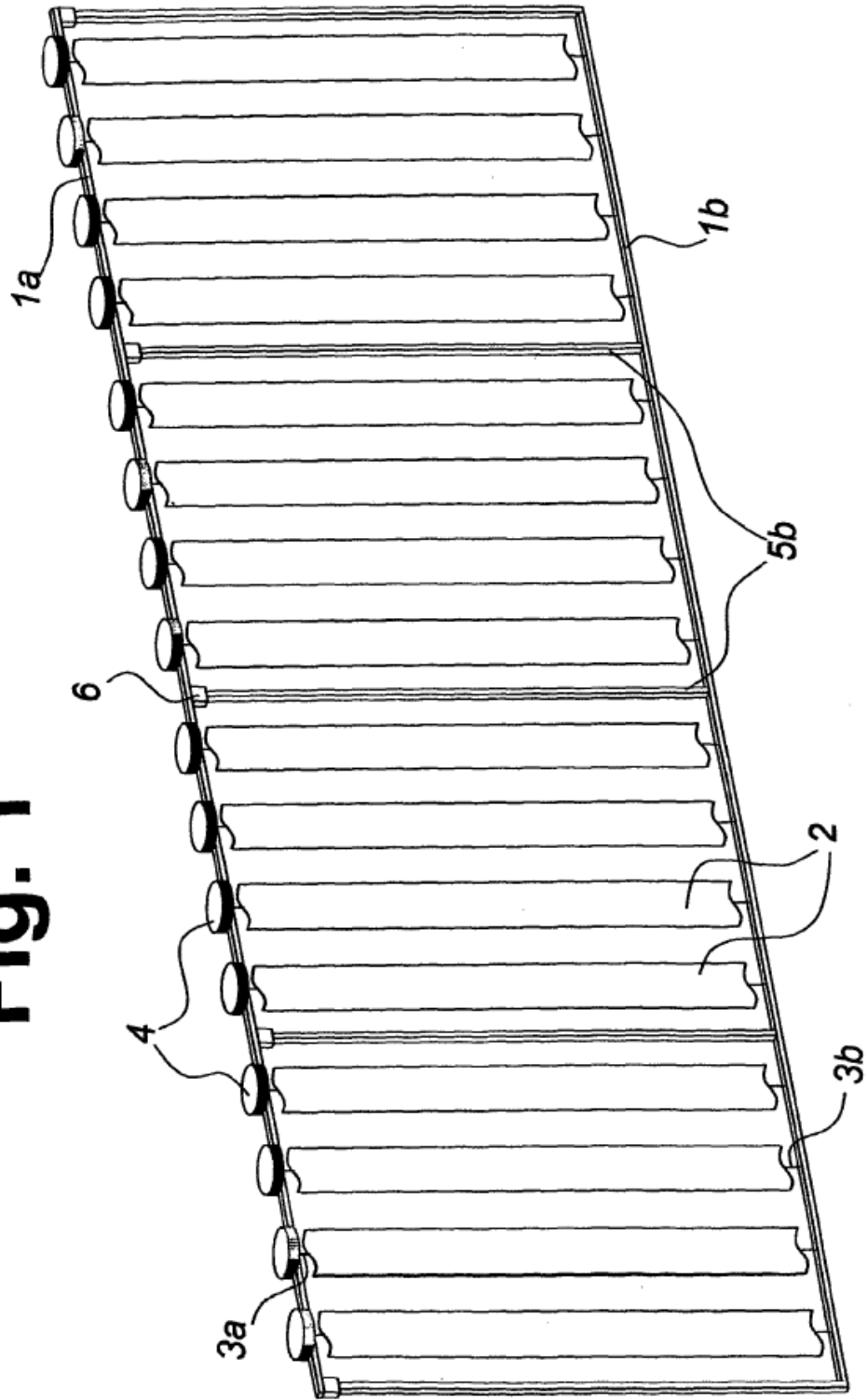


Fig. 2

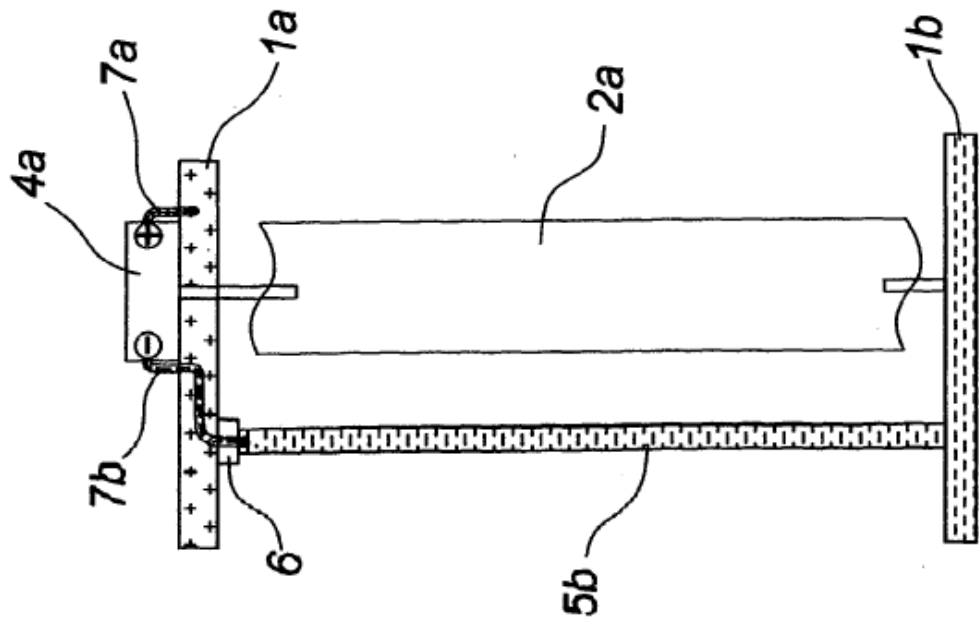


Fig. 3

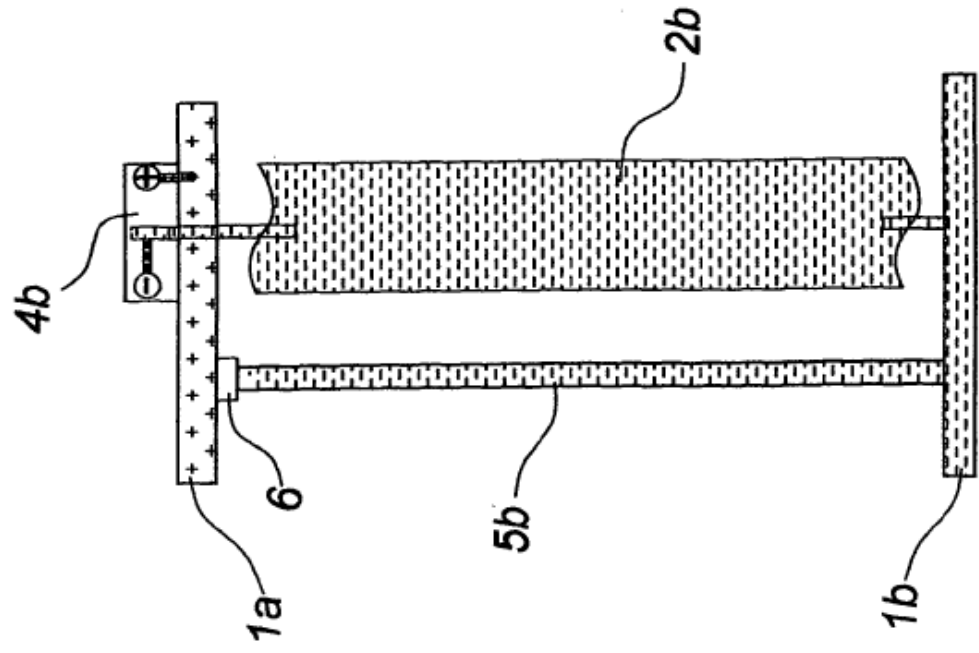


Fig 4.

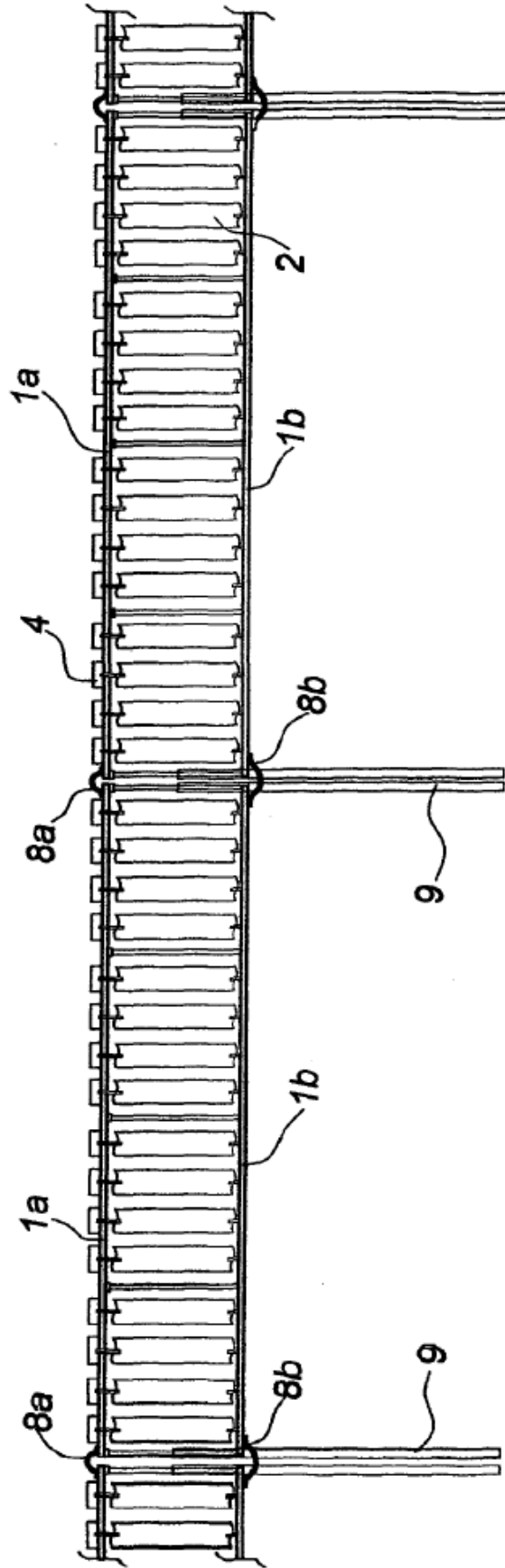


Fig. 5

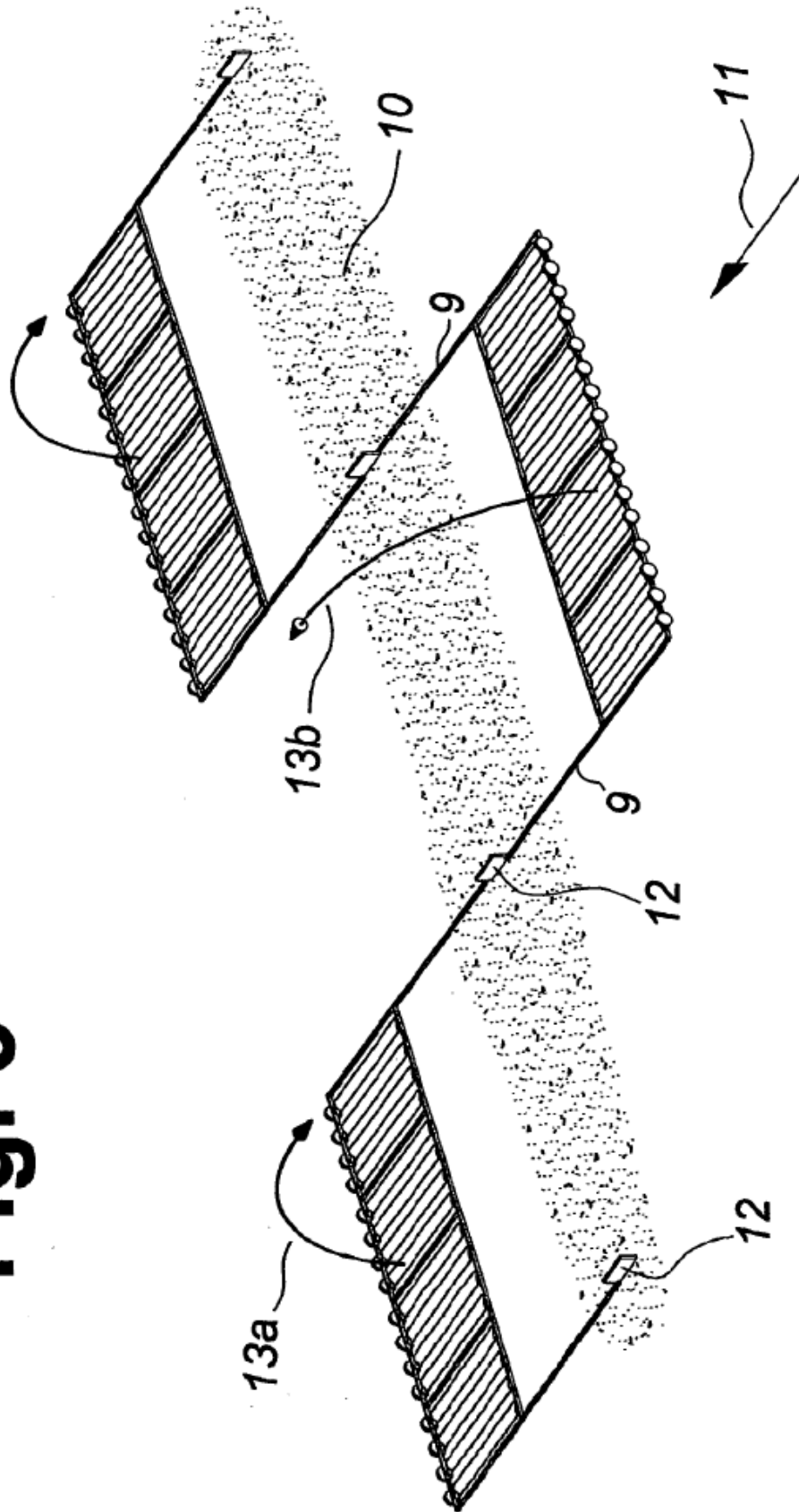
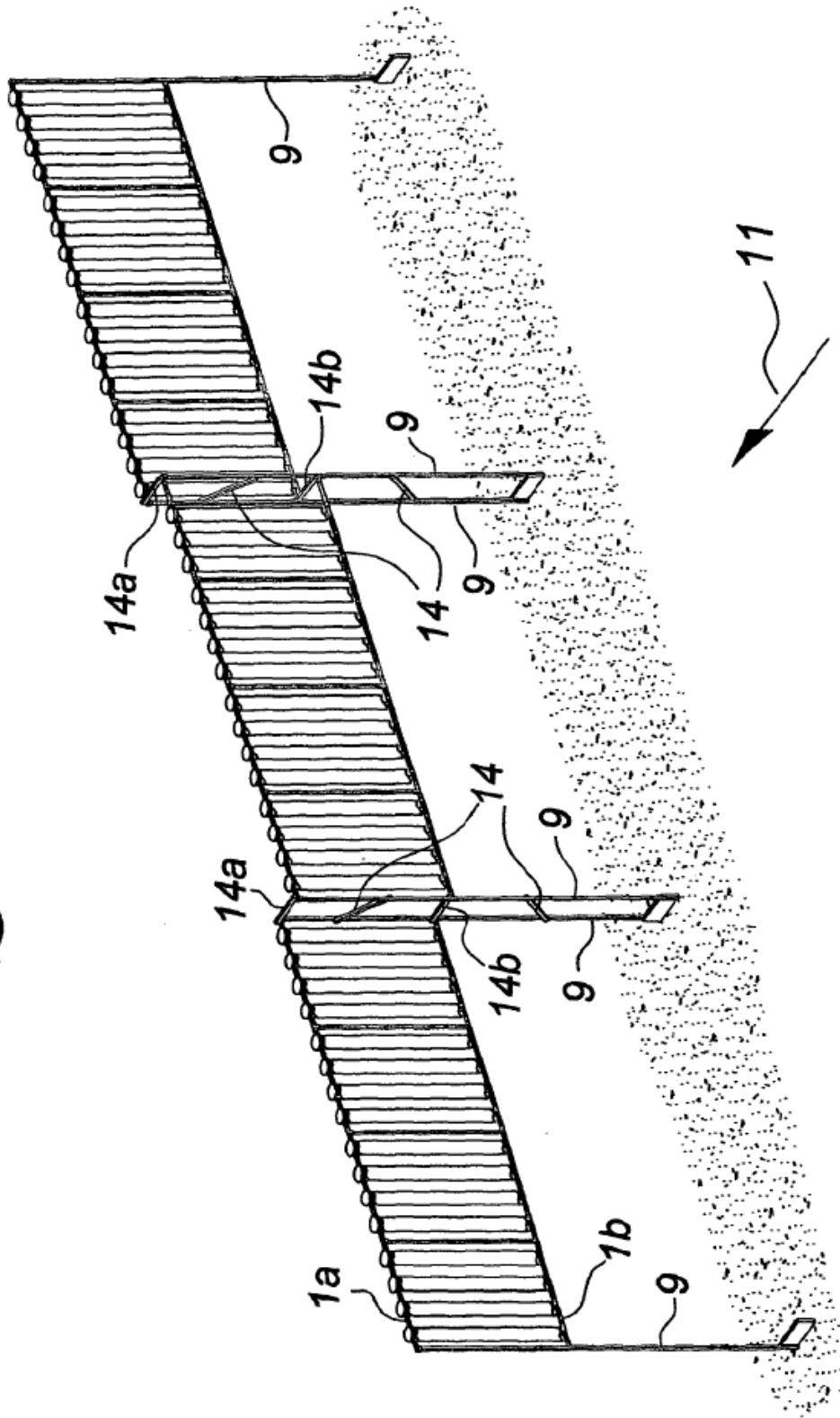
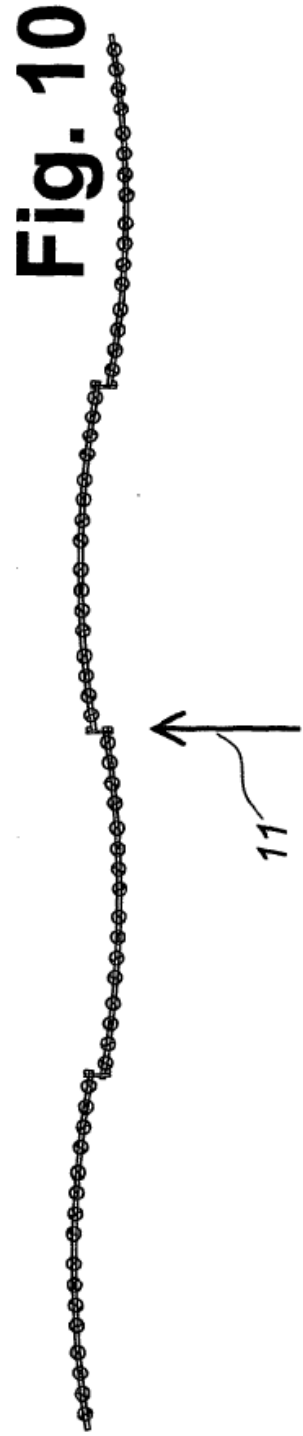


Fig. 6





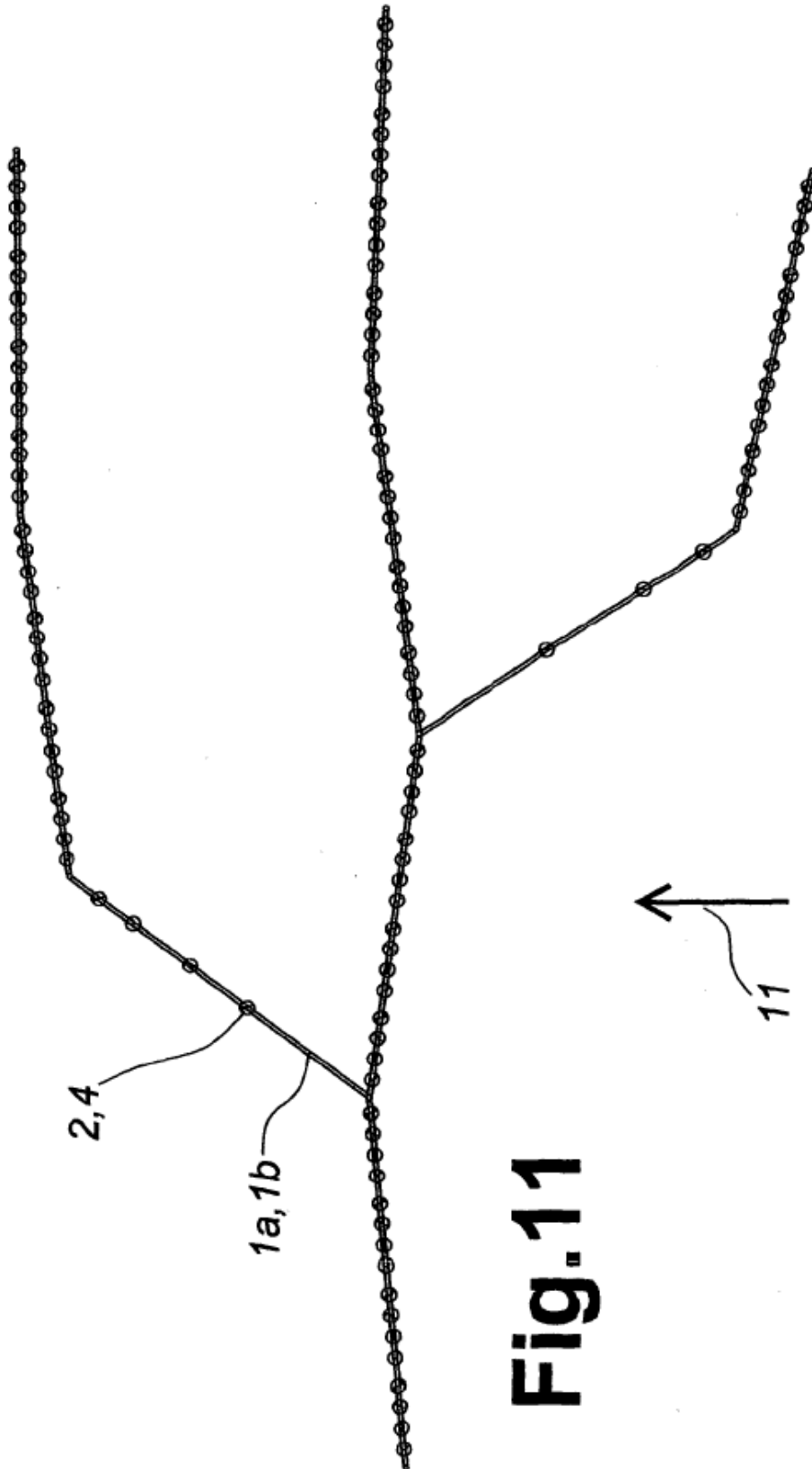


Fig.11

Fig.13

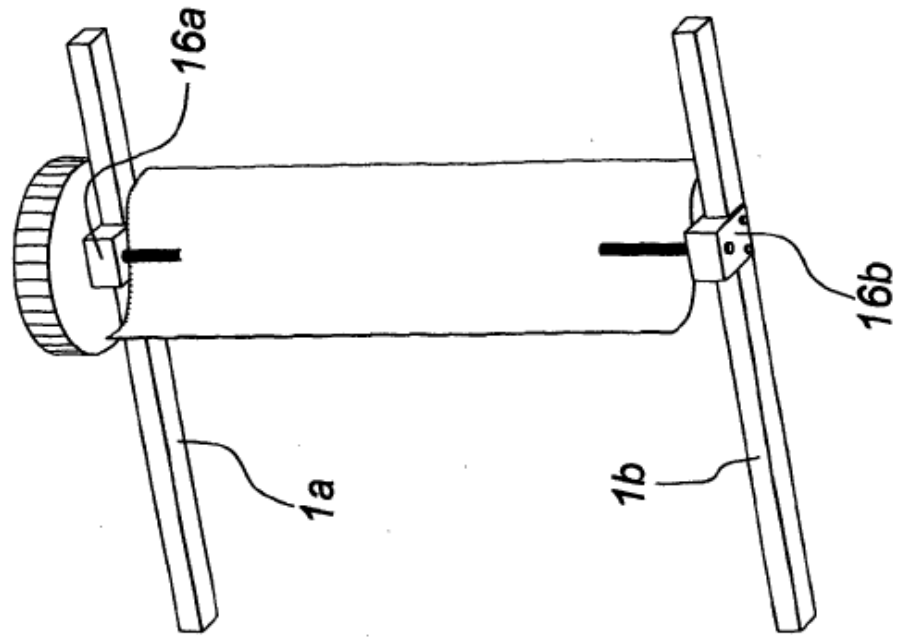


Fig.12

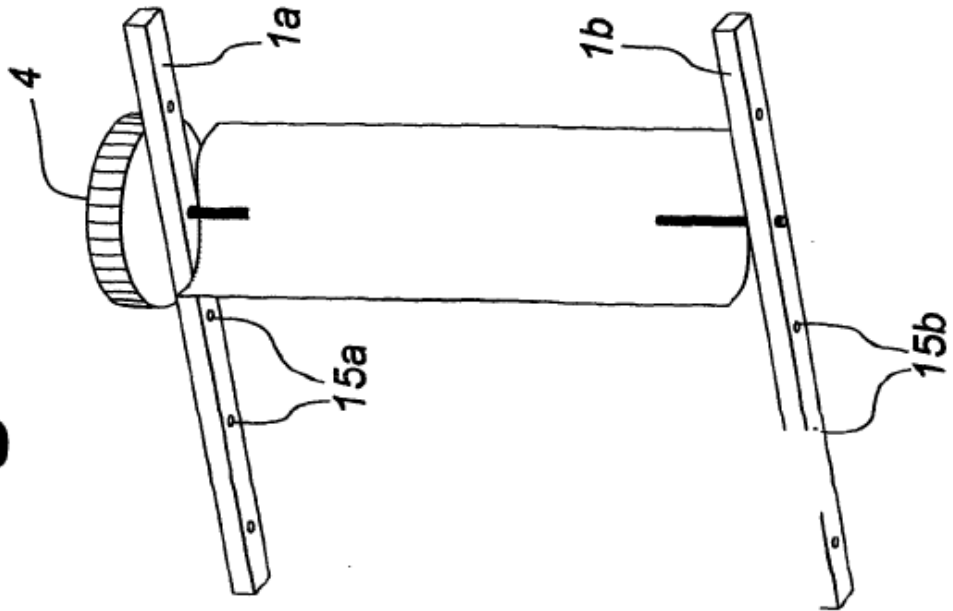
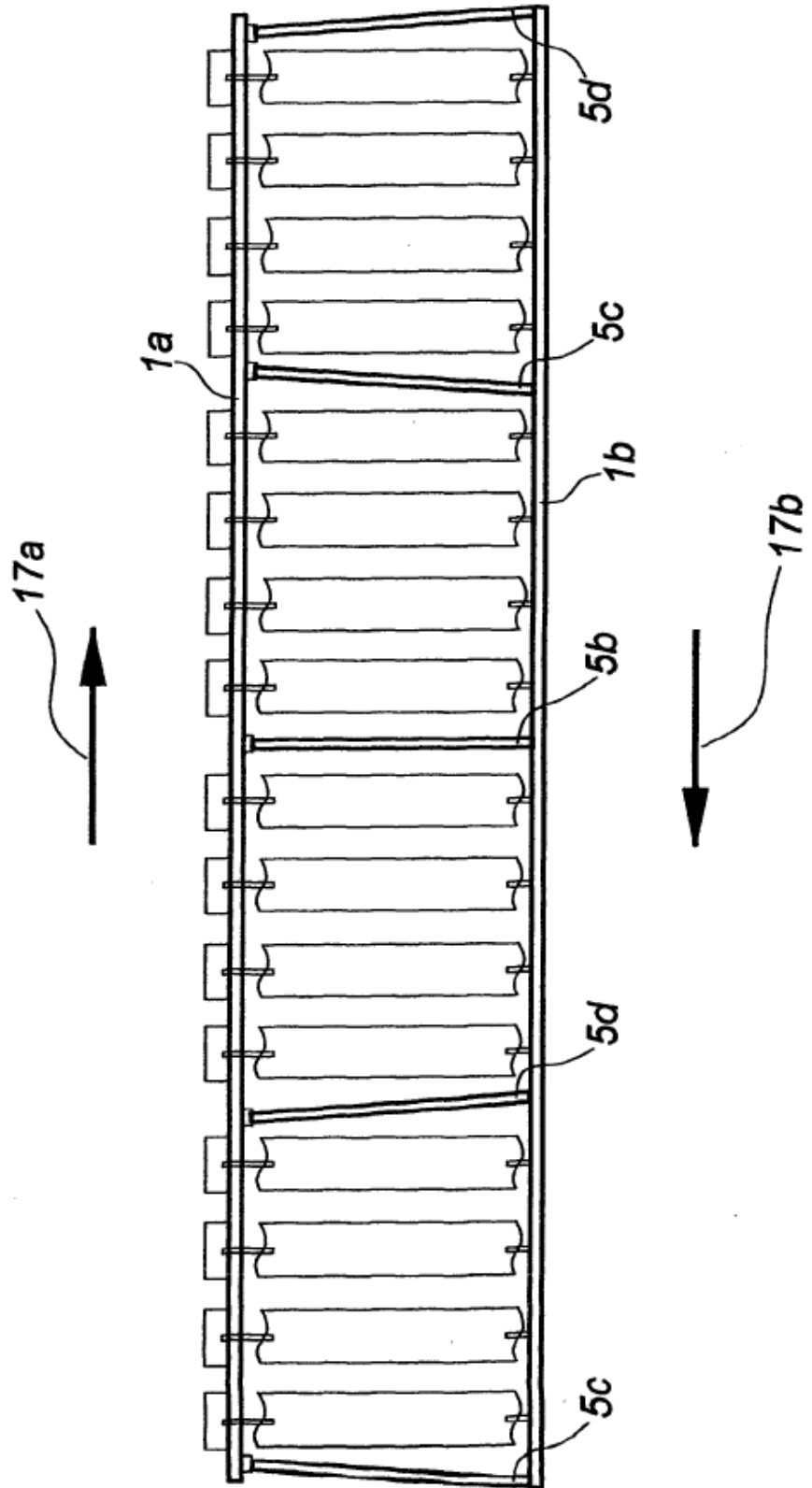


Fig. 14



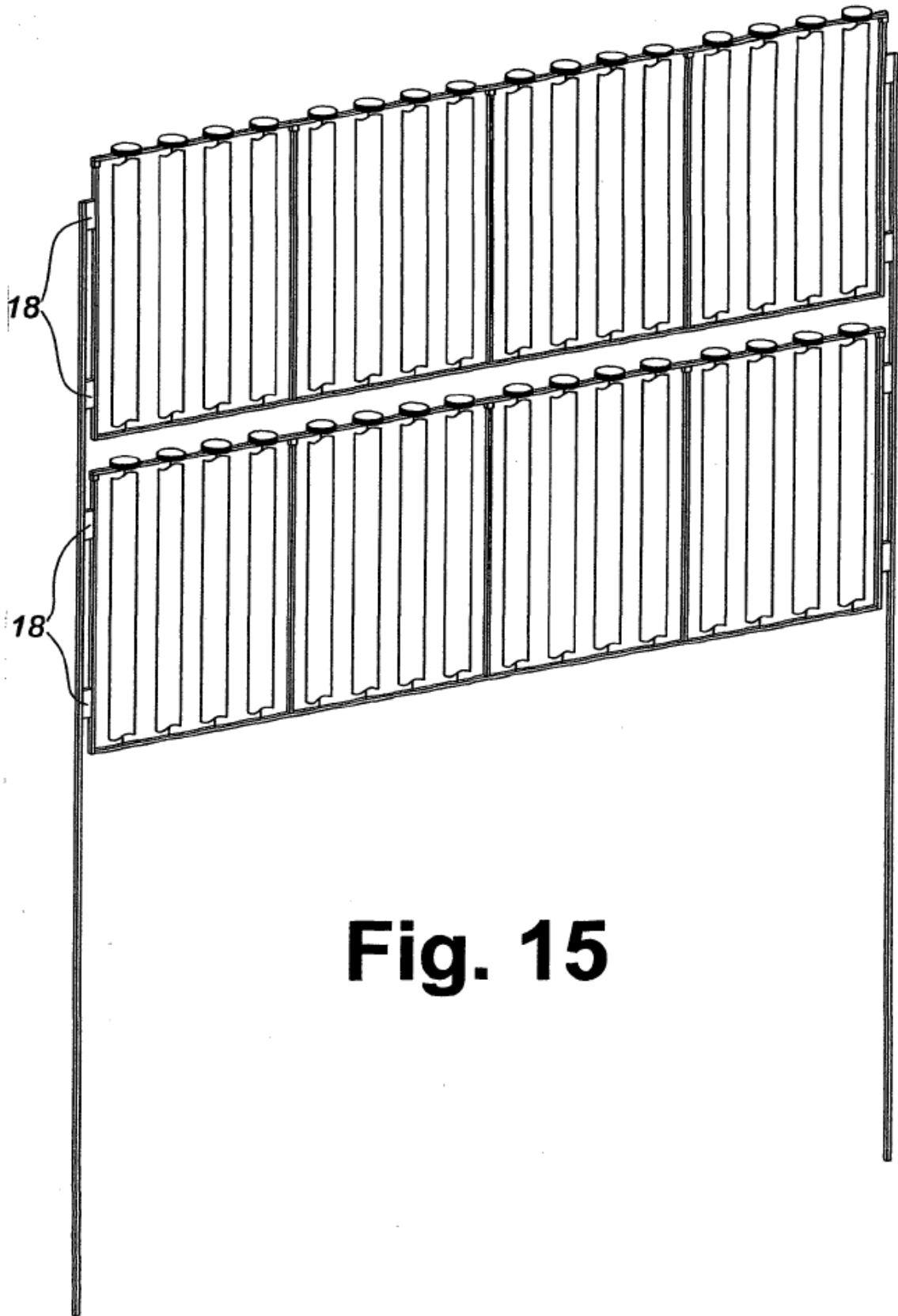


Fig. 15

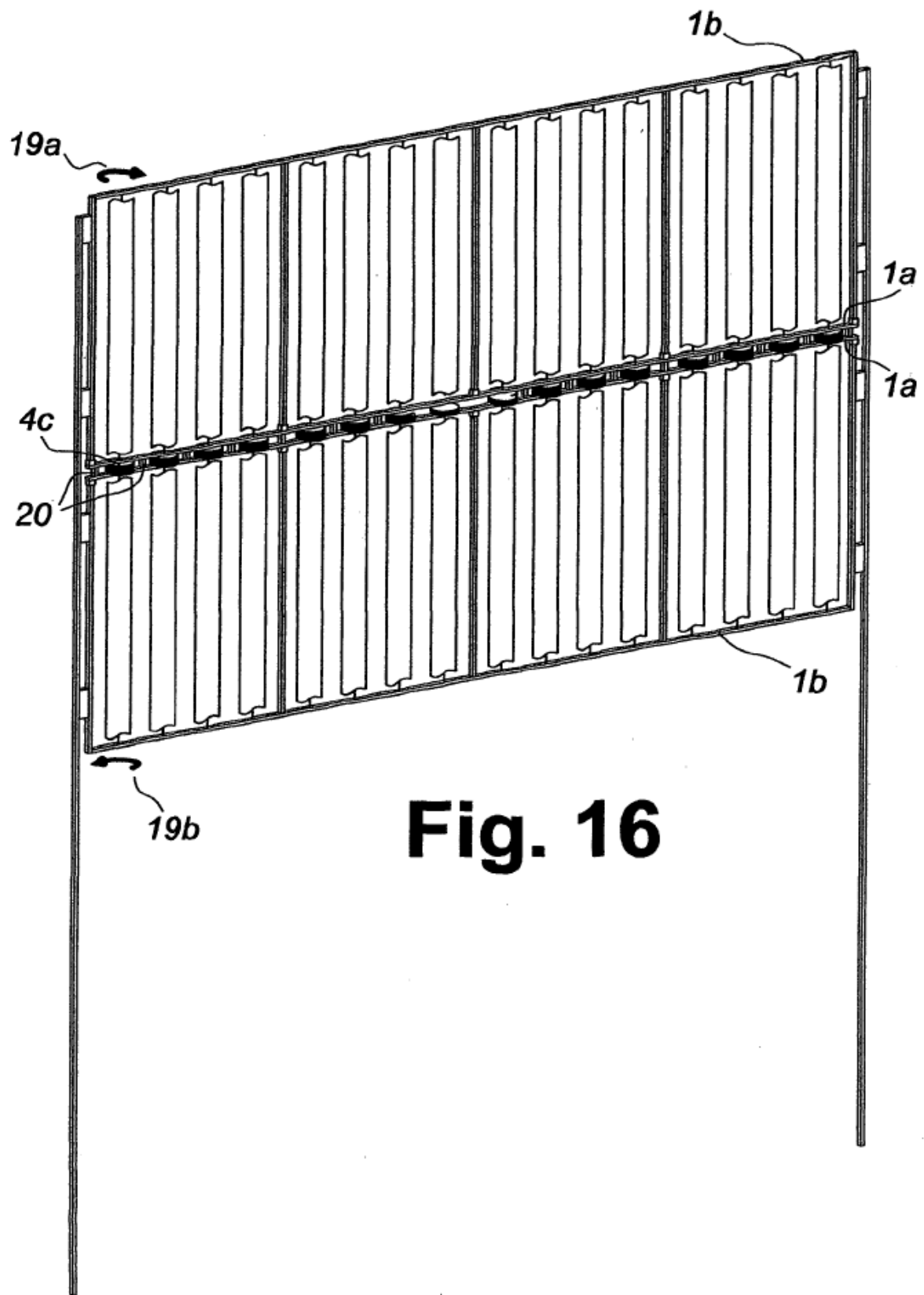


Fig. 16

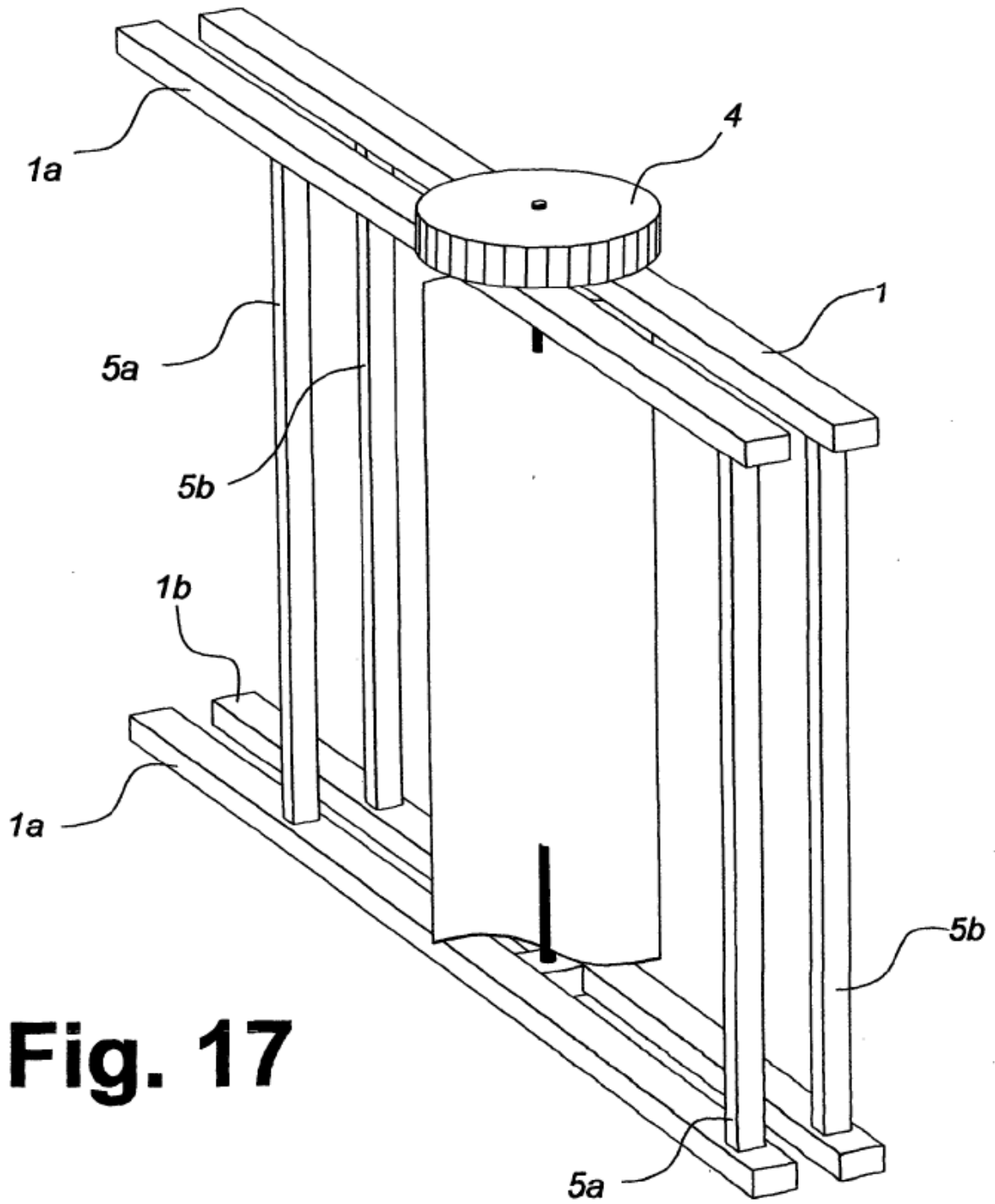


Fig. 17

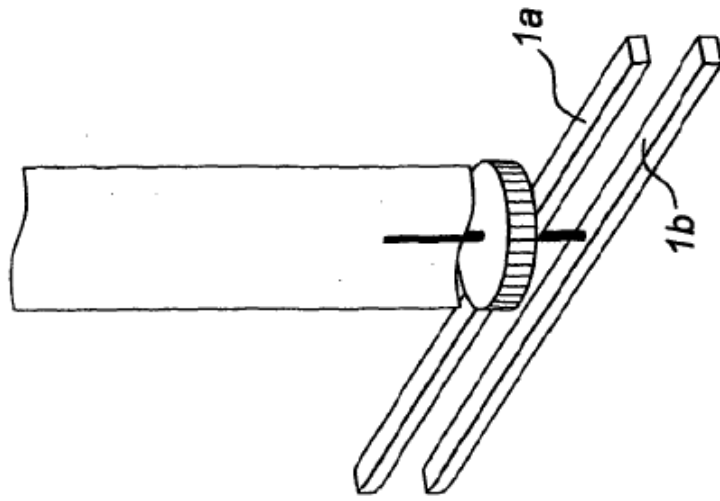


Fig. 18

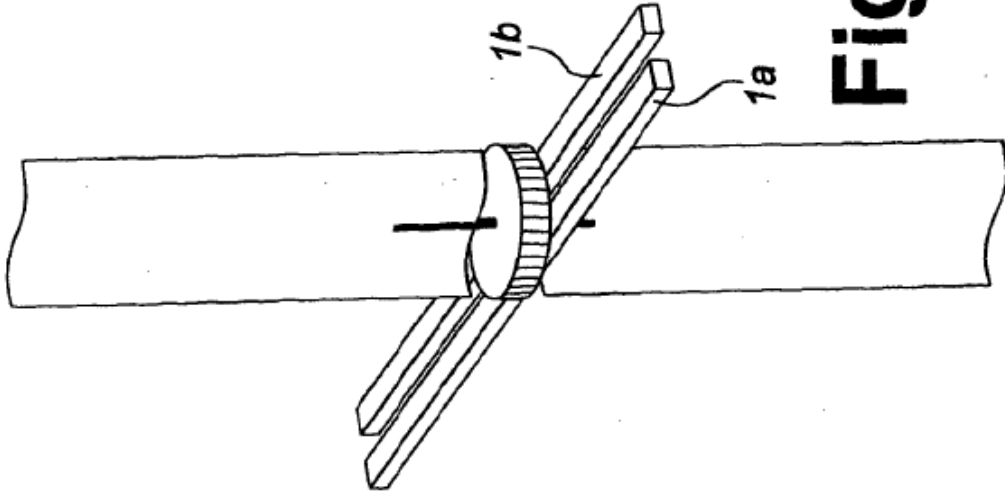


Fig. 19

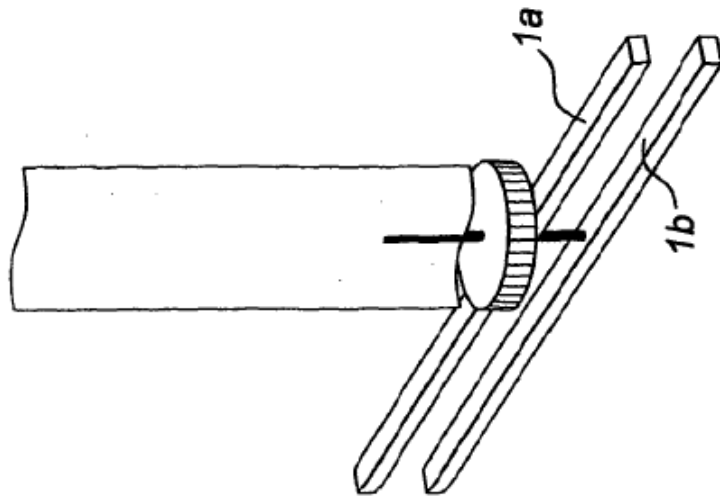


Fig. 20

Fig. 21

