(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **3 025 459**

(51) Int. Cl.:

F03D 80/60 (2006.01)
F28F 9/02 (2006.01)
F28F 9/26 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.06.2018 PCT/EP2018/067448**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **03.01.2019 WO19002483**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.06.2018 E 18734815 (6)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.04.2025 EP 3645881**

(54) Título: **Dispositivo de enfriamiento soportado integralmente**

(30) Prioridad:

29.06.2017 EP 17178677

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.06.2025

(73) Titular/es:

NISSENS COOLING SOLUTIONS A/S (100.00%)
Ormhøjgårdvej 9
8700 Horsens, DK

(72) Inventor/es:

GRANT, MARTIN y
MØRKHOLT, MORTEN

(74) Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

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

Dispositivo de enfriamiento soportado integralmente

La presente invención se refiere a un dispositivo de enfriamiento soportado integralmente para su montaje en una góndola de turbina eólica sin un bastidor de montaje. La góndola de turbina eólica tiene una primera cara con una extensión longitudinal en la dirección del viento, de modo que el dispositivo de enfriamiento comprende al menos un núcleo de intercambiador de calor configurado para extenderse a través de la dirección del viento y para definir un área de enfriamiento del dispositivo de enfriamiento y un primer colector y un segundo colector, cada uno en comunicación de fluido con el al menos un núcleo de intercambiador de calor, extendiéndose el par de colectores en paralelo a lo largo del área de enfriamiento.

Una turbina eólica convierte la energía eólica en energía eléctrica usando un generador colocado entre otros equipos en la góndola de la turbina eólica. Cuando el generador convierte la energía, el aire que rodea los equipos se calienta y, por lo tanto, también se calientan los propios equipos.

Cuando los equipos se calientan, disminuye sustancialmente la eficiencia con la que se produce la conversión. Para enfriar los equipos, se enfrían las paredes y el aire que rodea los equipos por medio de un disipador de calor colocado en la parte superior de la góndola. De ese modo, el aire exterior frío pasa a través del disipador de calor y enfría un fluido presente dentro del mismo, que posteriormente se utiliza para enfriar las paredes, los equipos de la turbina eólica o el aire que rodea los equipos.

Sin embargo, en el pasado tales construcciones de enfriamiento han requerido bastidores de montaje grandes y pesados para su montaje en la góndola de turbina eólica, lo que aumenta los costes de producción, así como los costes de ensamblaje y montaje de la turbina eólica.

Asimismo, los dispositivos de enfriamiento conocidos para góndolas de turbina eólica que están optimizados para lograr un gran efecto de enfriamiento tienen una gran cantidad de tuberías de enfriamiento, relativamente delgadas, a través del área de enfriamiento. Esto provoca un aumento en la caída de presión debido al bombeo de fluido de enfriamiento a lo largo de una trayectoria de fluido larga a través de las tuberías de enfriamiento.

Para garantizar que no puedan producirse efectos estructurales negativos en el dispositivo de enfriamiento y la góndola de turbina eólica debido a la caída de presión, puede dimensionarse el dispositivo de enfriamiento para que sea más grande, es decir, incluyendo tuberías de enfriamiento más grandes y núcleos de intercambiador de calor más gruesos, lo que aumenta los costes de producción y requiere disposiciones de montaje más costosas y complejas. En los documentos US 2012/01086795 A1, CA 2980397 A1 y US 7168251 B1 se divulgan intercambiadores de calor conocidos.

En consecuencia, se ha demostrado que los dispositivos de enfriamiento convencionales no proporcionan una solución que permita una disposición de montaje menos costosa.

Un objetivo de la presente invención consiste en superar total o parcialmente las desventajas e inconvenientes anteriores de la técnica anterior. Más específicamente, es un objetivo proporcionar un dispositivo de enfriamiento mejorado que pueda montarse en la góndola de turbina eólica de una manera sencilla y rentable, y que implique menores costes de producción.

Los objetivos anteriores, junto con numerosos otros objetivos, ventajas, y características, que serán evidentes a partir de la descripción que sigue, se logran mediante una solución de acuerdo con la presente invención a través de un conjunto de dispositivo de enfriamiento soportado integralmente para su montaje en una góndola de turbina eólica sin un bastidor de montaje, teniendo la góndola de turbina eólica una primera cara con una extensión longitudinal en la dirección del viento, y comprendiendo el conjunto de dispositivo de enfriamiento:

- al menos un núcleo de intercambiador de calor configurado para extenderse a través de la dirección del viento y para definir un área de enfriamiento del conjunto de dispositivo de enfriamiento soportado integralmente, teniendo el núcleo de intercambiador de calor un primer lado y un segundo lado, dispuesto opuesto al primer lado, en relación con el núcleo de intercambiador de calor,
- estando dispuesto un primer colector a lo largo del primer lado y estando dispuesto un segundo colector a lo largo del segundo lado, cada uno en comunicación de fluido con el al menos un núcleo de intercambiador de calor, extendiéndose el primer colector y el segundo colector en paralelo a lo largo del área de enfriamiento,
- comprendiendo el segundo colector medios de suspensión, y estando el conjunto de dispositivo de enfriamiento adaptado para su montaje en la góndola de turbina eólica mediante la suspensión del segundo colector en la primera cara de la góndola de turbina eólica a través de dichos medios de suspensión, caracterizado por que el dispositivo de enfriamiento comprende además:
- una pluralidad de puntales de soporte que se extienden en diagonal para conectar el conjunto de dispositivo de enfriamiento y la primera cara de la góndola de turbina eólica,
en donde la pluralidad de puntales de soporte que se extienden en diagonal están conectados al primer colector,

y
en donde los puntales de soporte se colocan en un lado del conjunto de dispositivo de enfriamiento con orientación hacia la dirección del viento.

Asimismo, el dispositivo de enfriamiento puede ser un dispositivo de enfriamiento pasivo.

Para aumentar la capacidad de enfriamiento, el dispositivo de enfriamiento puede comprender una pluralidad de núcleos de intercambiador de calor en una fila que se extiende a lo largo del área de enfriamiento.

Asimismo, el dispositivo de enfriamiento puede comprender una primera viga de fijación que se extiende a lo largo de una primera superficie del segundo colector, de modo que la viga de fijación se fija a la primera superficie del segundo colector a través de los medios de suspensión, estando la viga de fijación adaptada para su sujeción a la primera cara de la góndola de turbina eólica.

De ese modo, se puede lograr un dispositivo de enfriamiento que se puede montar en una góndola de turbina eólica de manera estable y robusta a un costo menor ya que se requiere menos material.

En una realización, el dispositivo de enfriamiento puede comprender además un vaso de expansión en conexión de fluido con uno de los colectores. El vaso de expansión sirve además para proteger el dispositivo de enfriamiento ante una presión de fluido de enfriamiento excesiva. De esta manera, el dispositivo de enfriamiento puede dimensionarse de acuerdo con una presión máxima permitida más baja, lo que permite un dispositivo de enfriamiento más rentable y compacto.

De forma adicional, el dispositivo de enfriamiento puede comprender una viga de fijación superior que se extiende a lo largo de una superficie superior del primer colector, de modo que la viga de fijación superior se fija al vaso de expansión y a la superficie superior del primer colector.

El primer colector está adaptado para recibir una pluralidad de puntales de soporte que se extienden en diagonal para conectar el dispositivo de enfriamiento y la primera cara de la góndola de turbina eólica. De ese modo, se logra un soporte adicional contra la presión generada por el viento que incide contra el área de enfriamiento del dispositivo de enfriamiento.

En una realización, cada uno del primer colector y el segundo colector pueden tener un extremo proximal y un extremo distal a lo largo de una longitud l del área de enfriamiento, de modo que uno de los colectores comprende una entrada de refrigerante dispuesta en las proximidades del extremo proximal, y uno de los colectores comprende una salida de refrigerante dispuesta en las proximidades del extremo distal.

El segundo colector puede comprender la entrada de refrigerante y la salida de refrigerante. Esto permite un montaje más eficiente en la góndola de turbina eólica, ya que no se requieren interfaces adicionales para conectar la entrada y la salida al sistema de enfriamiento de la góndola de turbina eólica.

En una realización, los colectores pueden conectarse por medio de una primera conexión de fluido y una segunda conexión de fluido, de modo que el segundo colector comprende un segundo compartimento de colector proximal y un segundo compartimento de colector distal. Dichos compartimentos de colector están separados entre sí. El primer compartimento de colector puede comprender un primer compartimento de colector proximal y un primer compartimento de colector distal, estando dichos compartimentos de colector separados entre sí, de modo que la primera conexión de fluido conecta el segundo compartimento de colector proximal y el primer compartimento de colector distal, y la segunda conexión de fluido conecta el primer compartimento de colector proximal y el segundo compartimento de colector distal.

De ese modo, se divide el enfriamiento eficazmente a lo largo del área de enfriamiento, ya que una primera porción del fluido de enfriamiento se enfría en una sección del dispositivo de enfriamiento, y una segunda porción del fluido de enfriamiento se enfría en otra. En consecuencia, se reduce el volumen total de fluido de enfriamiento destinado a pasar a través de cada tubería de enfriamiento del núcleo o núcleos de intercambiador de calor, por lo que se logra una menor caída de presión en toda el área de enfriamiento. Una caída de presión más baja permite usar núcleos de intercambiador de calor más pequeños, es decir, más delgados, de modo que se logra un dispositivo de enfriamiento más rentable y más ligero. Asimismo, permite usar una disposición de montaje menos voluminosa y pesada para montar el dispositivo de enfriamiento en la góndola de la turbina eólica, ya que no se requiere la misma resistencia estructural.

Asimismo, el núcleo de intercambiador de calor puede comprender una pluralidad de tuberías de enfriamiento, teniendo las tuberías de enfriamiento una primera área de flujo, teniendo los compartimentos de colector una segunda área de flujo, y siendo la segunda área de flujo más grande que la primera área de flujo. De este modo se logra que, cuando se introduce el fluido refrigerante en la entrada de refrigerante, se distribuya primero en el compartimento del colector y se conduzca al segundo compartimento del colector a través de la conexión antes de entrar en los núcleos de intercambiador de calor.

Adicionalmente, las conexiones de fluido pueden tener una tercera área de flujo que sea igual o mayor que la primera área de flujo.

Para reducir aún más la caída de presión, la primera conexión de fluido puede estar adaptada para distribuir aproximadamente el 45-55 % del fluido de enfriamiento que entra en el segundo compartimento de colector proximal, directamente al primer compartimento de colector distal, sin que el fluido de enfriamiento entre en los núcleos de intercambiador de calor.

De manera ventajosa, las conexiones de fluido pueden estar dispuestas a una distancia d a lo largo de la longitud l desde el extremo proximal, de modo que 0,25 l < d < 0,75 l, y más preferentemente 0,4 l < d < 0,6 l. De ese modo, la carga estructural generada por la caída de presión se distribuye de manera más uniforme, haciendo que el dispositivo de enfriamiento sea más robusto.

En una realización, el dispositivo de enfriamiento puede comprender además una primera conexión de fluido adicional que conecta el segundo compartimento de colector distal a un primer compartimento de colector adicional y una segunda conexión de fluido adicional que conecta el primer compartimento de colector distal a un segundo compartimento de colector adicional, estando dispuestos los compartimentos de colector adicionales a lo largo de la longitud l del área de enfriamiento distalmente a los compartimentos de colector distales. La división adicional del flujo de fluido refrigerante permite una caída de presión aún menor.

Preferiblemente, la primera y segunda conexiones de fluido pueden estar dispuestas a una distancia dl a lo largo de la longitud l desde el extremo proximal, y la primera y segunda conexiones de fluido adicionales están dispuestas a una distancia d2 a lo largo de la longitud l desde el extremo proximal, de modo que 0,25l < d1 < 0,45 l y d2 0,55 l < d2 <0,75 l. De ese modo, la carga estructural debida a la caída de presión se distribuye de manera más uniforme a lo largo de la longitud del dispositivo de enfriamiento.

Para garantizar aún más la robustez del dispositivo de enfriamiento cuando está montado en la góndola de turbina eólica, el segundo colector puede adaptarse para que se conecte adicionalmente a la primera cara de la góndola de turbina eólica a través de una pluralidad de patas de soporte.

La primera viga de fijación puede, en una realización, fijarse al segundo colector por medio de una pluralidad de pernos. Preferiblemente, la pluralidad de pernos puede extenderse hacia el interior del segundo colector desde la primera viga de fijación en una dirección vertical, lo que permite un proceso de ensamblaje rentable y más fácil de usar.

En una realización, la primera viga de fijación puede extenderse a lo largo de la primera superficie del segundo colector sobre una correspondiente distancia a 0,5 l-0,75 l. De ese modo, la primera viga de fijación aumenta la rigidez torsional del dispositivo de enfriamiento de manera que no aumenta drásticamente el peso de dicho dispositivo de enfriamiento.

Preferiblemente, la primera viga de fijación puede ser una viga de perfil en U. La viga de perfil en U permite insertar el segundo colector en el perfil, lo que aumenta aún más la robustez del dispositivo de enfriamiento.

En una realización, la viga de fijación superior puede extenderse a lo largo de la superficie superior del primer colector sobre una distancia correspondiente a 0,5 l-0,75 l.

El vaso de expansión puede fijarse a la viga de fijación superior por medio de una pluralidad de elementos de sujeción. En una realización, los elementos de sujeción pueden ser bridas para cables que se extienden alrededor del vaso de expansión.

La longitud l del área de enfriamiento del dispositivo de enfriamiento puede ser de aproximadamente 3-5 metros, y una altura h de dicha área de enfriamiento definida por el al menos un intercambiador de calor puede ser de aproximadamente 1-2 metros.

En una realización, la entrada de refrigerante y/o la salida de refrigerante pueden estar conectadas a líneas de fluido, extendiéndose cada una a través de una respectiva pata de soporte.

Por último, la invención también se refiere a una turbina eólica que comprende una góndola de turbina eólica como se ha descrito anteriormente.

La invención y sus muchas ventajas se describirán con mayor detalle a continuación con referencia a los dibujos esquemáticos adjuntos, que con fines de ilustración muestran algunas realizaciones no limitativas, y en los que:

la Fig. 1 muestra una vista en perspectiva de una góndola de turbina eólica que comprende un dispositivo de enfriamiento de una realización,
la Fig. 2 muestra una vista frontal de un dispositivo de enfriamiento de una realización,

la Fig. 3 muestra una vista esquemática de un dispositivo de enfriamiento de una realización,
la Fig. 4 muestra una vista esquemática de un dispositivo de enfriamiento de la misma realización,
la Fig. 5 muestra una vista transversal de un segundo colector de una realización,
la Fig. 6 muestra una vista lateral de un segundo colector de una realización, y
la Fig. 7 muestra una vista transversal esquemática de un segundo colector de una realización.

Todas las figuras son altamente esquemáticas y no necesariamente a escala, y muestran solamente partes que son necesarias para clarificar la invención, omitiéndose otras partes o meramente sugiriéndose.

La Fig. 1 muestra una vista en perspectiva de una góndola de turbina eólica 100 que comprende un dispositivo de enfriamiento 10 para su montaje en dicha góndola de turbina eólica 100 sin un bastidor de montaje, en lo sucesivo en el presente documento denominado únicamente dispositivo de enfriamiento 10. La góndola de turbina eólica 100 está situada en la parte superior de una torre y tiene una parte frontal orientada hacia un buje 7 en el que están sujetas una pluralidad de palas de rotor 8, normalmente tres palas. La góndola de turbina eólica 100 puede alojar un generador y otro equipo que se utiliza para accionar el proceso de conversión de energía eólica en electricidad, también denominado tren de accionamiento. Al producir electricidad, el tren de accionamiento produce mucho calor, lo que resulta en un proceso de conversión menos eficaz.

En otras palabras, el dispositivo de enfriamiento 10 sirve para ser soportado por la suspensión de sus componentes funcionales (es decir, los colectores) sin requerir un bastidor de montaje para asegurar el dispositivo de enfriamiento a la góndola 100. En consecuencia, el dispositivo de enfriamiento 10 es un dispositivo de enfriamiento autosostenido.

Para enfriar los equipos y otras partes de la góndola, el dispositivo de enfriamiento 10, es decir, un dispositivo de enfriamiento autosostenido, está dispuesto fuera de la góndola 100. El viento que fluye a lo largo de una extensión longitudinal de la góndola fluye a través de al menos un área de enfriamiento del dispositivo de enfriamiento 10, y enfría un fluido dentro del dispositivo de enfriamiento. El fluido enfriado intercambia calor con las partes de la góndola 100 o los equipos a enfriar. La góndola de turbina eólica 100 tiene una primera cara 5 con una extensión longitudinal en la dirección del viento.

La presente invención se describirá principalmente en relación con una turbina eólica contra el viento, es decir, una turbina eólica donde la góndola se coloca a favor del viento desde las palas de la turbina eólica. Sin embargo, la invención también puede implementarse ventajosamente en una turbina eólica a favor del viento, es decir, una turbina eólica donde la góndola se coloca contra el viento de las palas de la turbina eólica.

La Fig. 2 muestra un dispositivo de enfriamiento 10 para la góndola de turbina eólica de acuerdo con la presente invención. La góndola de turbina eólica 100 tiene la primera cara 5 con una extensión longitudinal en la dirección del viento. El dispositivo de enfriamiento 10 comprende: - al menos un núcleo de intercambiador de calor 12 configurado para extenderse a través de la dirección del viento y para definir un área de enfriamiento del dispositivo de enfriamiento 10, teniendo el núcleo de intercambiador de calor 12 un primer lado 75 y un segundo lado 76, dispuesto opuesto al primer lado, en relación con el núcleo de intercambiador de calor, - un primer colector 42 dispuesto a lo largo del primer lado 75 y un segundo colector 41 dispuesto a lo largo del segundo lado 76, cada uno en comunicación de fluido con el al menos un núcleo de intercambiador de calor 12, extendiéndose el par de colectores 41, 42 paralelamente a lo largo del área de enfriamiento.

Haciendo referencia nuevamente a la Fig. 2, el segundo colector 41 comprende medios de suspensión, y el dispositivo de enfriamiento 10 está adaptado para su montaje en la góndola de turbina eólica 100 mediante la suspensión del segundo colector 41 en la primera cara 5 de la góndola de turbina eólica 100 a través de dichos medios de suspensión. De ese modo, el dispositivo de enfriamiento 10 se puede montar en la góndola de turbina eólica 100 sin un bastidor de montaje pesado, que conlleva un proceso de montaje y un proceso de producción más caros. De manera ventajosa, el dispositivo de enfriamiento 10 puede montarse en la góndola de turbina eólica 100 únicamente mediante la suspensión del segundo colector 41 en la góndola de turbina eólica 10. Asimismo, en una realización, el dispositivo de enfriamiento autosostenido 10 puede montarse en la góndola de turbina eólica 100 únicamente mediante la suspensión de cualquiera de los colectores 41, 42 o ambos.

Preferiblemente, el dispositivo de enfriamiento autosostenido 10 es un dispositivo de enfriamiento pasivo.

Dichos medios de suspensión pueden incluir cualesquiera medios de suspensión convencionales, tales como una primera superficie 43 del segundo colector 41 adecuada para soldar y una soldadura (como se muestra en la Fig. 2), orificios 131 para recibir tornillos o pernos 132 (como se muestra en la Fig. 5), accesorios o racores. En particular, el segundo colector 41 puede suspenderse de la góndola tanto directamente por medio de, por ejemplo, accesorios en la cara de la góndola 100 o indirectamente por medio de, por ejemplo, una viga de fijación 31 (como se muestra en la Fig. 2).

El experto en la materia conocerá un número de medios de suspensión adecuados para la implementación por medio de conexión al segundo colector 41 y, por lo tanto, no se describirán en detalle.

Para aumentar el área de enfriamiento y/o aumentar la flexibilidad de la capacidad de enfriamiento agregando o restando los núcleos de intercambiador de calor 12, el dispositivo de enfriamiento 10 puede comprender, en una realización, una pluralidad de núcleos de intercambiador de calor 12 en una fila que se extiende a lo largo del área de enfriamiento.

Al bombear fluido de enfriamiento a través de las tuberías de enfriamiento que se extienden por todo el núcleo o núcleos del intercambiador de calor, se produce una caída de presión hacia la salida o salidas del intercambiador de calor debido al enfriamiento del fluido de enfriamiento en el núcleo o núcleos del intercambiador de calor y, lo que es más importante, debido a las tuberías de enfriamiento relativamente delgadas y sinuosas. A continuación se describe una solución para reducir la caída de presión.

Haciendo referencia de nuevo a la Fig. 2, cada uno del primer colector 42 y el segundo colector 41 tienen un extremo proximal 61, 63 y un extremo distal 62, 64 a lo largo de la longitud l del área de enfriamiento, es decir, el primer colector 42 tiene el extremo proximal 63 y el extremo distal 64, y el segundo colector 41 tiene el extremo proximal 61 y el extremo distal 62. En una realización, uno de los colectores 41, 42 comprende una entrada de refrigerante 91 dispuesta en las proximidades del extremo proximal 61, 63, y uno de los colectores 41, 42 comprende una salida de refrigerante 92 dispuesta en las proximidades del extremo distal 62, 64.

Preferiblemente, el segundo colector 41 comprende la entrada de refrigerante 91 y la salida de refrigerante 92. Esto permite un ajuste más sencillo del dispositivo de enfriamiento 10 a la interfaz del sistema de enfriamiento situada dentro de la góndola de turbina eólica 100, ya que no es necesario redirigir el fluido de enfriamiento por medio de mangueras de conexión al primer colector, desde la góndola de turbina eólica, o incluyendo estructuras adicionales con pasos para conducir el fluido de enfriamiento hacia arriba hacia el primer colector del dispositivo de enfriamiento.

Así mismo, en cuanto a las Figs. 2 y 3, los colectores 41, 42 están conectados por medio de una primera conexión de fluido 93 y una segunda conexión de fluido 94. Las conexiones de fluido 93 y 94 se extienden fuera de los núcleos de intercambiador de calor 12. El segundo colector 41 comprende un segundo compartimento de colector proximal 141 y un segundo compartimento de colector distal 142, estando dichos compartimentos de colector separados entre sí, es decir, que dichos compartimentos no están en comunicación de fluido directa. El primer compartimento de colector 142 comprende un primer compartimento de colector proximal 143 y un primer compartimento de colector distal 144, estando dichos compartimentos de colector separados entre sí, es decir, que dichos compartimentos no están en comunicación de fluido directa. La primera conexión de fluido 93 conecta el segundo compartimento de colector proximal 141, y el primer compartimento de colector distal 144 y la segunda conexión de fluido 94 conectan el primer compartimento de colector proximal 143 y el segundo compartimento de colector distal 142.

En consecuencia, se proporciona una comunicación de fluido entre el primer y segundo colectores sin que el fluido de enfriamiento entre en las tuberías de enfriamiento de los núcleos de intercambiador de calor 12. Así, se divide el flujo de fluido de enfriamiento que corre a través de las tuberías de enfriamiento del uno o más núcleos de intercambiador de calor 12, reduciendo eficazmente la caída de presión a través del dispositivo de enfriamiento 10.

Los compartimentos del segundo colector 41 y el primer colector 42 pueden ser unidades de colector separadas que se extienden a lo largo de la longitud del área de enfriamiento conectada por medio de las conexiones de fluido 93, 94. Dichos compartimentos también se pueden lograr proporcionando paredes de separación estancas a los fluidos en el segundo colector 41 y el primer colector 42.

Las conexiones de fluido 93 y 94 pueden ser, por ejemplo, mangueras o tuberías que se extienden en una dirección vertical paralela a las tuberías de enfriamiento de los núcleos de intercambiador de calor 12. De manera ventajosa, los extremos de cada conexión de fluido están doblados para conectarse a los compartimentos del primer colector 42 y el segundo colector 41.

Haciendo referencia a la Fig. 4, se representa el flujo de fluido de enfriamiento a través del dispositivo de enfriamiento 10. El flujo de fluido de enfriamiento está referenciado con las flechas que se extienden a través del dispositivo de enfriamiento 10. Como se ve en dicha figura, el fluido de enfriamiento fluye a través del dispositivo de enfriamiento 10 en forma de 8, en donde el fluido refrigerante entra en el dispositivo de enfriamiento a través de la entrada 91 y sale a través de la salida 92.

El fluido de enfriamiento caliente que entra a través de la entrada 91 se conduce al segundo compartimento de colector proximal 141 del segundo colector 41, en donde se distribuye a través de los núcleos de intercambiador de calor 12 conectados a dicho compartimento. Sin embargo, una porción del fluido de enfriamiento será conducida a través de la conexión de fluido 93 y, de este modo, entrará en el primer compartimento de colector distal 144 del primer colector 42. En el primer compartimento de colector distal 144, el fluido de enfriamiento caliente se conduce hacia abajo a través de las tuberías de enfriamiento de los núcleos de intercambiador de calor 12 conectados con dicho compartimento, entrando así en el segundo compartimento de colector distal 142. Dicho segundo compartimento de colector distal está conectado con la salida 92, por lo que el fluido refrigerante se conduce de vuelta a la góndola de la turbina eólica.

La porción del fluido de enfriamiento que se conduce hacia arriba a través de los núcleos de intercambiador de calor conectados al segundo compartimento de colector proximal 141 se conduce al primer compartimento de colector proximal 143 y, en consecuencia, se enfría a lo largo del camino. El fluido de enfriamiento ahora enfriado dentro de dicho primer compartimento de colector proximal 143 se conduce al segundo compartimento de colector distal 142 por medio de la segunda conexión de fluido 94. Dicho segundo compartimento de colector distal está conectado con la salida 92, por lo que el fluido refrigerante se conduce de vuelta a la góndola de la turbina eólica.

De ese modo, se enfría todo el fluido de enfriamiento que entra en el dispositivo de enfriamiento mientras que el flujo de enfriamiento se divide efectivamente entre diferentes porciones del área de enfriamiento, es decir, diferentes núcleos de intercambiador de calor 12. Debido a la tendencia del fluido de enfriamiento a elegir la trayectoria de menor resistencia, y a que la longitud de las conexiones de fluido es similar a la longitud de las tuberías de enfriamiento de los núcleos de intercambiador de calor, una porción del fluido de enfriamiento pasará a través de la primera conexión de fluido 93 sin entrar en los núcleos de intercambiador de calor 12 en comunicación de fluido con los compartimentos de colector 141 y 143. En consecuencia, no todo el fluido de enfriamiento se verá obligado a entrar a través de las delgadas tuberías de enfriamiento en la misma posición a lo largo del área de enfriamiento, por lo que se reduce severamente la caída de presión. Esto permite el uso de radiadores más ligeros y menos voluminosos que pueden soportarse únicamente mediante la suspensión del segundo colector 41, es decir, sin requerir un bastidor de montaje.

Para minimizar la caída de presión, la primera conexión de fluido 93 está adaptada para distribuir aproximadamente el 45-55 % del fluido de enfriamiento que entra en el segundo compartimento de colector proximal 141 directamente al primer compartimento de colector distal 144 sin que el fluido de enfriamiento entre en los núcleos de intercambiador de calor 12.

En consecuencia, aproximadamente el 45-55 % del fluido de enfriamiento se enfriará directamente a través de los núcleos de intercambiador de calor 12 mencionados anteriormente y luego pasará a la salida 92 a través de la segunda conexión de fluido 94 y el segundo compartimento de colector distal 142. Esto se puede lograr dimensionando la longitud y/o el diámetro de flujo de la primera conexión de fluido 93 para alterar la distribución de presión en relación con las tuberías de enfriamiento de los núcleos de intercambiador de calor 12.

Una reducción de la caída de presión puede, por ejemplo, permitir el uso de un dispositivo de enfriamiento que es más barato de fabricar y montar en una góndola de turbina eólica. Esto se puede lograr a través de una disposición de montaje menos voluminosa y pesada y/o núcleos de intercambiador de calor más delgados, ya que no es necesario dimensionar dichos núcleos de intercambiador de calor para soportar una caída de presión alta.

Como sabe el experto en la materia, el patrón de flujo más óptimo a través de un dispositivo de enfriamiento es que el fluido de enfriamiento fluya en diagonal de arriba a abajo. En consecuencia, resulta particularmente ventajoso utilizar las características de flujo dividido descritas anteriormente en un dispositivo de enfriamiento con la entrada 91 y 92 en conexión con el segundo colector 41. Esto permite un dispositivo de enfriamiento que es más fácil y más rentable de montar en una góndola de turbina eólica existente al permitir el montaje en un solo plano, es decir, la cara 5 de la góndola. Asimismo, las características de flujo dividido permiten un flujo diagonal entre el primer y segundo colectores a través del dispositivo de enfriamiento, lo que conlleva un enfriamiento más eficiente en comparación con un dispositivo de enfriamiento no dividido con la entrada y la salida conectadas al segundo colector, ya que el dispositivo de enfriamiento 10 logra al menos parcialmente el patrón de flujo diagonal deseado (entre los compartimentos de colector distales). En consecuencia, se logra un dispositivo de enfriamiento que es más eficiente en términos de enfriamiento y más fácil de montar en una góndola de turbina eólica.

Con referencia continuada a la Fig. 3, las conexiones de fluido 93, 94 pueden estar dispuestas a la distancia d a lo largo de la longitud l desde el extremo proximal 61, 63, de modo que $0,25\ l < d < 0,75\ l$, y más preferentemente $0,4\ l < d < 0,6\ l$. De ese modo, la carga estructural generada por la caída de presión se distribuye de manera más uniforme a lo largo de la longitud del dispositivo de enfriamiento, haciendo que el dispositivo de enfriamiento sea más robusto y resistente.

Para disminuir aún más la caída de presión, se pueden proporcionar conexiones de fluido adicionales y compartimentos separados del primer y segundo colectores. En consecuencia, el dispositivo de enfriamiento 10 puede comprender además una primera conexión de fluido adicional que conecta el segundo compartimento de colector distal 142 a un primer compartimento de colector adicional y una segunda conexión de fluido adicional que conecta el primer compartimento de colector distal 144 a un segundo compartimento de colector adicional, estando dispuestos los compartimentos de colector adicionales a lo largo de la longitud l del área de enfriamiento distalmente a los compartimentos de colector distales 142, 144.

Para optimizar la distribución de la carga generada por la caída de presión, la primera y segunda conexiones de fluido 93, 94 pueden estar dispuestas a una distancia dl a lo largo de la longitud l desde el extremo proximal 61, 63, y la primera y segunda conexiones de fluido adicionales pueden estar dispuestas a una distancia d2 a lo largo de la longitud l desde el extremo proximal 61, 63, de modo que $0,25\ l < d1 < 0,45\ l$ y $0,55\ l < d2 < 0,75\ l$.

Como sabe el experto en la materia, puede ser aplicable cualquier número de conexiones de fluido adicionales

distribuidas uniformemente y compartimentos de colector a lo largo de la longitud del área de enfriamiento.

Una solución de flujo dividido de acuerdo con cualquiera de los ejemplos mencionados anteriormente resulta especialmente beneficiosa junto con un dispositivo de enfriamiento de acuerdo con la invención, ya que una reducción de la caída de presión permite el uso de uno o más intercambiadores de calor con dimensiones más pequeñas. De esta manera, se puede lograr una disposición de montaje autosostenible más ligera sin riesgo de daño estructural debido a las fuerzas de cizallamiento por fricción asociadas con la caída de presión, así como a la carga ejercida sobre el dispositivo de enfriamiento debido a la diferencia de presión a lo largo del área de enfriamiento. El montaje de un dispositivo de enfriamiento en una góndola de turbina eólica es un proceso complicado, que además consume recursos y tiempo debido a las grandes dimensiones y al alto peso del dispositivo de enfriamiento, así como a la altitud de la góndola de turbina eólica. En consecuencia, es esencial lograr un dispositivo de enfriamiento más ligero y eficiente, que pueda montarse sin agregar componentes estructurales complejos adicionales, tal como permiten las realizaciones del dispositivo de enfriamiento 10 mencionadas anteriormente.

Haciendo referencia de nuevo a la Fig. 2, para lograr un dispositivo de enfriamiento que pueda montarse de una manera más segura y robusta en la góndola de turbina eólica sin requerir un bastidor de montaje pesado, el dispositivo de enfriamiento puede comprender además una primera viga de fijación 31 que se extiende a lo largo de una primera superficie 43 del segundo colector 41, estando la viga de fijación 31 fijada a la primera superficie 43 del segundo colector 41 a través de los medios de suspensión, y estando la viga de fijación adaptada para unirse a la primera cara 5 de la góndola de turbina eólica 100. La viga de fijación 31 puede unirse a la primera cara 5 a través de una estructura de soporte 6 de la góndola de turbina eólica. La primera viga de fijación 31 sirve para aumentar la estabilidad y la rigidez torsional del dispositivo de enfriamiento 10 durante el transporte. Asimismo, resulta particularmente ventajosa con una pluralidad de núcleos de intercambiador de calor 12 ya que esto permite un dispositivo de enfriamiento más robusto que mantiene los núcleos de intercambiador de calor 12 alineados y asegurados de manera robusta.

Los medios de suspensión pueden ser, por ejemplo, una soldadura que se extiende a lo largo de la primera superficie 43 y conecta con la viga de fijación, u orificios roscados 131 para recibir pernos 132 que conectan la viga de fijación y el segundo colector, cómo se representa en la Fig. 5.

Tal y como se observa en la Fig. 2, la primera viga de fijación 31 puede extenderse a lo largo de la primera superficie 43 del segundo colector 41 a lo largo de una distancia correspondiente a entre 0,5 l y 0,75 l. De esta manera, se logra una mayor rigidez torsional.

El dispositivo de enfriamiento 10 puede comprender además un recipiente de expansión 45 en conexión de fluido con uno de los colectores 41, 42. De ese modo, el dispositivo de enfriamiento se vuelve más robusto y sostenible para cambios rápidos en la presión debido a que el vaso de expansión está parcialmente lleno de aire y puede absorber el exceso de presión, así como amortiguar los choques por golpe de ariete. El vaso de expansión 45 puede tener un volumen de entre 100 y 200 litros.

De manera ventajosa, el dispositivo de enfriamiento 10 puede comprender además una viga de fijación superior 32 que se extiende a lo largo de una superficie superior 44 del primer colector 42, de modo que la viga de fijación superior 32 se fija al vaso de expansión 45 y a la superficie superior 44 del primer colector 42. La colocación del vaso de expansión encima del primer colector permite un dispositivo de enfriamiento más compacto. Asimismo, colocar el vaso de expansión por encima de los núcleos de intercambiador de calor facilita la posible generación de vapor y reduce la presión en las tuberías de enfriamiento de los núcleos de intercambiador de calor.

Preferiblemente, la viga de fijación superior se fija al primer colector 42 por medio de pernos que se extienden hacia el interior del primer colector 42.

Haciendo referencia a la Fig. 2, el vaso de expansión 45 puede fijarse a la segunda viga de fijación 32 por medio de una pluralidad de elementos de sujeción 57. Preferiblemente, los elementos de sujeción pueden ser bridas para cable conectadas a la segunda viga de fijación 32 y que se extienden alrededor del vaso de expansión 45.

El dispositivo de enfriamiento 10 puede adaptarse adicionalmente para la conexión a la primera cara 5 de la góndola de turbina eólica 100 a través de una pluralidad de patas de soporte 33. En consecuencia, la entrada de refrigerante 91 y/o la salida de refrigerante 92 pueden conectarse a líneas de fluido, extendiéndose cada una a través de una respectiva pata de soporte 33, por lo que dichas líneas de fluido están adaptadas para conducir el fluido de enfriamiento hacia y desde la góndola de turbina eólica.

Haciendo referencia nuevamente a las Figs. 1 y 2, el primer colector 42 está configurado para recibir una pluralidad de puntales de soporte 69 que se extienden en diagonal (mostrados en la Fig. 1) para conectar el dispositivo de enfriamiento 10 y la primera cara 5 de la góndola de turbina eólica 100. Dichos puntales se extienden en diagonal hacia abajo hacia la primera cara 5 de la góndola de turbina eólica 100. Los puntales proporcionan soporte adicional para el dispositivo de enfriamiento cuando está montado en la góndola de turbina eólica. Los puntales pueden tener ventajosamente la forma de alambres metálicos conectados a la góndola de turbina eólica 100 y al primer colector 42. De acuerdo con algunas realizaciones, la segunda viga de fijación 32 puede adaptarse para recibir una pluralidad de

puntales de soporte 69 que se extienden en diagonal para conectar el dispositivo de enfriamiento 10 y la primera cara 5 de la góndola de turbina eólica 100. La segunda viga de fijación o el primer colector pueden adaptarse para recibir los puntales por cualquier medio convencional, tal como, por ejemplo, incluyendo una pluralidad de cáncamos o anillos, cada uno adaptado para recibir uno de los puntales diagonales.

La provisión de los puntales 69 permite compensar la presión ejercida por el viento sobre el área de enfriamiento. En consecuencia, los puntales 69 pueden extenderse desde un lado trasero en relación con la dirección del viento del primer colector 42 o la segunda viga de fijación 32.

Preferiblemente, nuevamente haciendo referencia a la Fig. 3, la longitud l del área de enfriamiento definida por el al menos un núcleo de intercambiador de calor 12 es de aproximadamente 3-5 metros. Una altura h de dicha área de enfriamiento definida por el al menos un núcleo de intercambiador de calor 12 puede ser de aproximadamente 1-2 metros.

Pasando a la Fig. 5, se representa una vista en sección transversal de una parte del segundo colector 41. La primera viga de fijación 31 se fija al segundo colector 41 por medio de una pluralidad de pernos 132. Los pernos 132 se extienden a través de dicha primera viga de fijación 31 (no mostrada en la Fig. 5). Preferiblemente, la pluralidad de pernos 132 se extienden hacia el interior del segundo colector 41 desde la primera viga de fijación 31 en una dirección vertical. De ese modo, se reduce el riesgo de daños materiales en comparación con los pernos que se extienden a través de una superficie lateral del colector. Esto se debe a que el espesor del material a lo largo de la parte inferior del segundo colector suele ser más grueso que las superficies laterales de dicho segundo colector. Por lo tanto, se logra un proceso de ensamblaje más robusto y fiable.

En una realización, los pernos 132 pueden estar adaptados para ser recibidos por unos orificios roscados 131 que se extienden verticalmente en el segundo colector 41. En consecuencia, los medios de suspensión pueden estar compuestos por los orificios roscados 131 dispuestos en la primera superficie 43.

Haciendo referencia a las Figs. 6 y 7, la primera viga de fijación 31 puede ser una viga de perfil en U que permite insertar el segundo colector 41 en el perfil. Esto aumenta la estabilidad y robustez del dispositivo de enfriamiento 10, especialmente si comprende una pluralidad de núcleos de intercambiador de calor 12. Como se observa en las Figs. 6 y 7, la viga de perfil en U 31 está adaptada para recibir el segundo colector 41, preferiblemente con un ajuste perfecto. En consecuencia, se puede transferir la carga desde los núcleos de intercambiador de calor 12 de manera eficiente.

Con referencia adicional a la Fig. 6, la viga de perfil en U 31 puede comprender orificios para recibir las conexiones de fluido 93, 94. Asimismo, el dispositivo de enfriamiento puede comprender una placa protectora adicional que protege dichas conexiones de fluido 93, 94.

Aunque la invención se ha descrito en lo que antecede en conexión con realizaciones preferentes de la invención, será evidente para un experto en la materia que se pueden concebir diversas modificaciones sin apartarse de la invención tal como se define por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto de dispositivo de enfriamiento (10) soportado integralmente para su montaje en una góndola de turbina eólica (100) sin un bastidor de montaje, teniendo la góndola de turbina eólica (100) una primera cara (5) con una extensión longitudinal en la dirección del viento, y comprendiendo el conjunto de dispositivo de enfriamiento (10):

- al menos un núcleo de intercambiador de calor (12) configurado para extenderse a través de la dirección del viento y para definir un área de enfriamiento del conjunto de dispositivo de enfriamiento (10) soportado integralmente, teniendo el núcleo de intercambiador de calor (12) un primer lado (75) y un segundo lado (76), dispuesto opuesto al primer lado, en relación con el núcleo de intercambiador de calor,
- estando dispuesto un primer colector (42) a lo largo del primer lado y estando dispuesto un segundo colector (41) a lo largo del segundo lado, cada uno en comunicación de fluido con el al menos un núcleo de intercambiador de calor (12), extendiéndose el primer colector (42) y el segundo colector (41) en paralelo a lo largo del área de enfriamiento,
- comprendiendo el segundo colector (41) unos medios de suspensión (131), y estando el conjunto de dispositivo de enfriamiento (10) adaptado para su montaje en la góndola de turbina eólica (100) mediante la suspensión del segundo colector (41) en la primera cara (5) de la góndola de turbina eólica (100) a través de dichos medios de suspensión (131), caracterizado por que el dispositivo de enfriamiento comprende además:
- una pluralidad de puntales de soporte (69) que se extienden en diagonal para conectar el conjunto de dispositivo de enfriamiento (10) y la primera cara (5) de la góndola de turbina eólica (100),
en donde la pluralidad de puntales de soporte que se extienden en diagonal están conectados al primer colector (42), y
en donde los puntales de soporte se colocan en un lado del conjunto de dispositivo de enfriamiento con orientación hacia la dirección del viento.

2. Un conjunto de dispositivo de enfriamiento (10) soportado integralmente de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el conjunto de dispositivo de enfriamiento (10) comprende una pluralidad de núcleos de intercambiador de calor (12) en una fila que se extiende a lo largo del área de enfriamiento.

3. Un conjunto de dispositivo de enfriamiento (10) soportado integralmente de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde el conjunto de dispositivo de enfriamiento comprende además una primera viga de fijación (31) que se extiende a lo largo de una primera superficie (43) del segundo colector (41), de modo que la primera viga de fijación (31) se fija a la primera superficie (43) del segundo colector (41) a través de los medios de suspensión (131), estando la primera viga de fijación (31) adaptada para unirse a la primera cara (5) de la góndola de turbina eólica (100).

4. Un conjunto de dispositivo de enfriamiento (10) soportado integralmente de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el conjunto de dispositivo de enfriamiento (10) comprende además un vaso de expansión (45) en conexión de fluido con uno de los colectores (41, 42).

5. Un conjunto de dispositivo de enfriamiento (10) soportado integralmente de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el primer colector (42) está adaptado para recibir una pluralidad de puntales de soporte (69) que se extienden en diagonal para conectar el conjunto de dispositivo de enfriamiento (10) y la primera cara (5) de la góndola de turbina eólica (100).

6. Un conjunto de dispositivo de enfriamiento (10) soportado integralmente de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde cada uno del primer colector (42) y el segundo colector (41) tienen un extremo proximal (61, 63) y un extremo distal (62, 64) a lo largo de una longitud l del área de enfriamiento, de modo que uno de los colectores (41, 42) comprende una entrada de refrigerante (91) dispuesta en las proximidades del extremo proximal (61, 63), y uno de los colectores (41, 42) comprende una salida de refrigerante (92) dispuesta en la proximidad del extremo distal (62).

7. Un conjunto de dispositivo de enfriamiento (10) soportado integralmente de acuerdo con la reivindicación 1, en donde los puntales de soporte (69) que se extienden diagonalmente tienen la forma de alambres metálicos conectados a la góndola de turbina eólica (100) y al primer colector (42).

8. Un conjunto de dispositivo de enfriamiento (10) soportado integralmente de acuerdo con la reivindicación 6 o la reivindicación 7, en donde los colectores (41, 42) están conectados por medio de una primera conexión de fluido (93) y una segunda conexión de fluido (94), de modo que el segundo colector (41) comprende un segundo compartimento de colector proximal (141) y un segundo compartimento de colector distal (142), estando dichos compartimentos de colector separados entre sí, y de modo que el primer compartimento de colector (42) comprende un primer compartimento de colector proximal (143) y un primer compartimento de colector distal (144), estando dichos compartimentos de colector separados entre sí, de modo que la primera conexión de fluido (93) conecta el segundo compartimento de colector proximal (141) y el primer compartimento de colector distal (144), y la segunda conexión de fluido (94) conecta el primer compartimento de colector proximal (143) y el segundo compartimento de colector distal (142).

9. Un conjunto de dispositivo de enfriamiento (10) soportado integralmente de acuerdo con la reivindicación 8, en donde la primera conexión de fluido (93) está adaptada para distribuir aproximadamente el 45-55 % del fluido de enfriamiento que entra en el segundo compartimento de colector proximal (141) directamente al primer compartimento de colector distal (144) sin que el fluido de enfriamiento entre en los núcleos de intercambiador de calor (12).

10. Un conjunto de dispositivo de enfriamiento soportado integralmente de acuerdo con la reivindicación 8 o la reivindicación 9, en donde las conexiones de fluido (93, 94) están dispuestas a una distancia d a lo largo de la longitud l desde el extremo proximal (61, 63), de modo que 0,25 l < d < 0,75 l, y más preferiblemente 0,4 l < d < 0,6 l.

11. Un conjunto de dispositivo de enfriamiento (10) soportado integralmente de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3 a 10, en donde la primera viga de fijación (31) se fija al segundo colector (41) por medio de una pluralidad de pernos (132).

12. Un conjunto de dispositivo de enfriamiento (10) soportado integralmente de acuerdo con la reivindicación 11, de modo que la pluralidad de pernos (132) se extienden hacia el interior del segundo colector (41) desde la primera viga de fijación (31) en una dirección vertical.

13. Un conjunto de dispositivo de enfriamiento (10) soportado integralmente de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3 a 12, en donde la primera viga de fijación (31) puede ser una viga de perfil en U.

14. Un conjunto de dispositivo de enfriamiento (10) soportado integralmente de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6 a 13, en donde la longitud l es de aproximadamente 3-5 metros, y una altura h de dicha área de enfriamiento definida por el al menos un núcleo de intercambiador de calor 12 es de aproximadamente 1-2 metros.

15. Una turbina eólica que comprende una góndola (100) que tiene una primera cara (5) con una extensión longitudinal en la dirección del viento y un conjunto de dispositivo de enfriamiento (10) soportado integralmente de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-14.

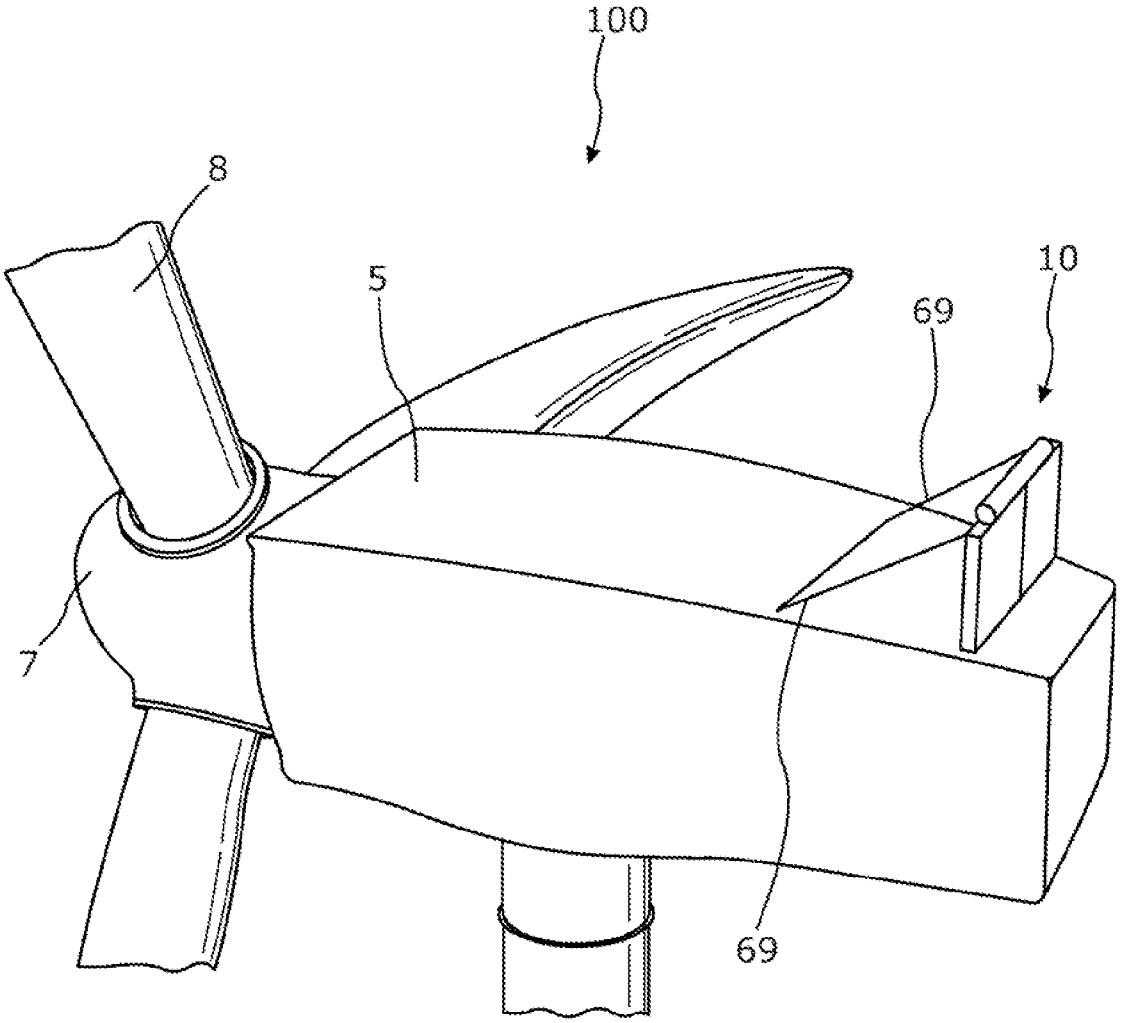

Fig. 1

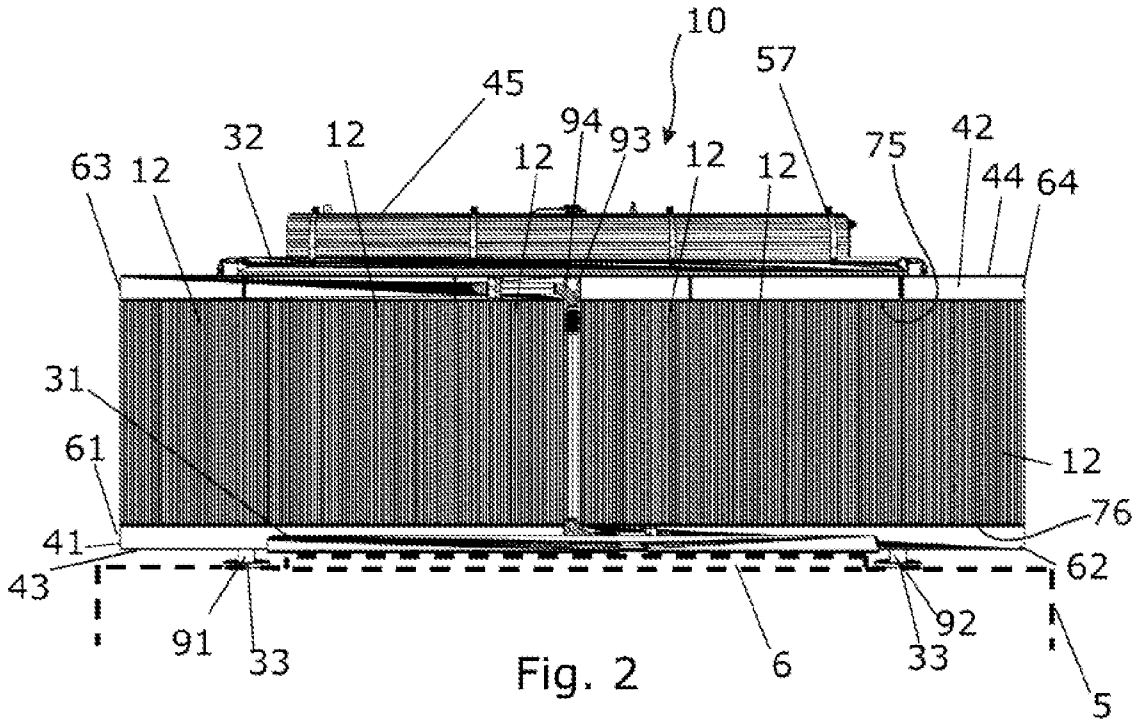
10
57
45
94
93
32
12
12
12
12
12
75
42
44
64
63
12
31
61
12
76
41
43
62
91
33
92
33
6
5

Fig. 2

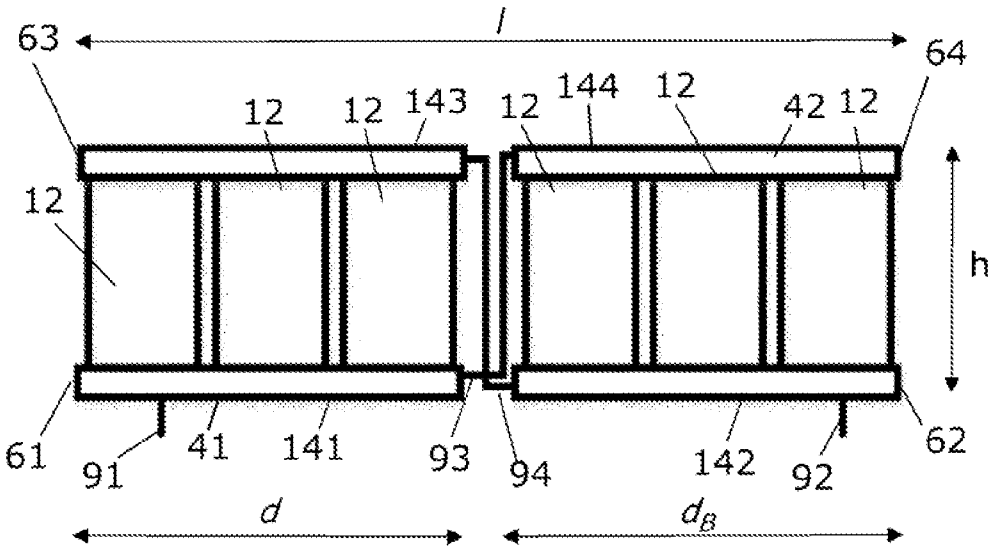
l
63
64
12
12
143
12
144
12
42
12
12
h
61
91
41
141
93
94
142
92
62
d
d_B

Fig. 3

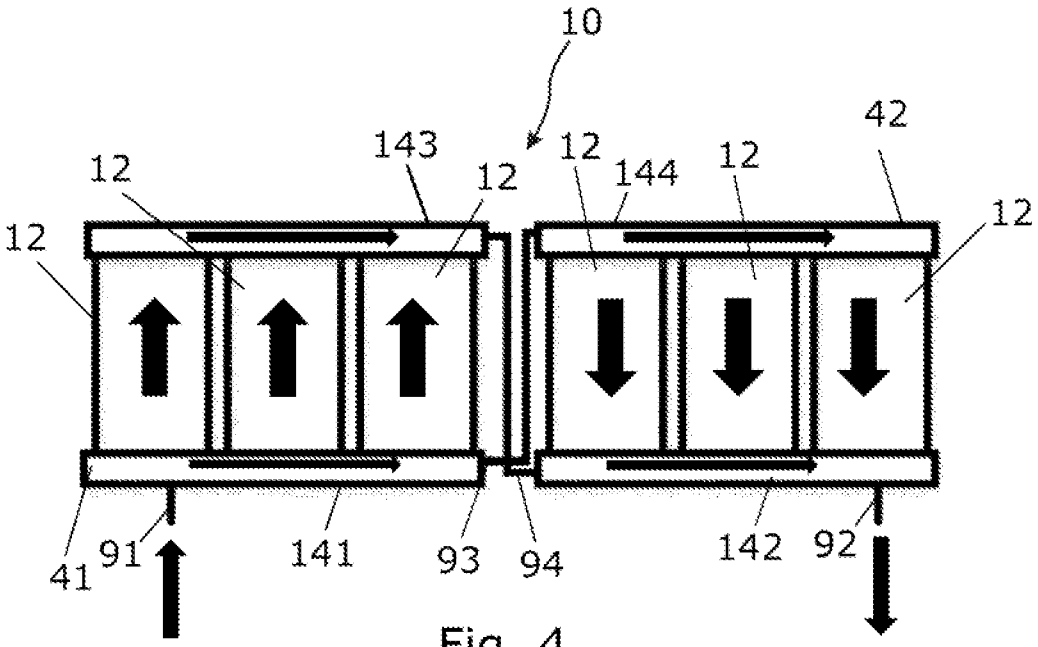
10
42
143
12
12
144
12
12
12
12
41
91
141
93
94
142
92

Fig. 4

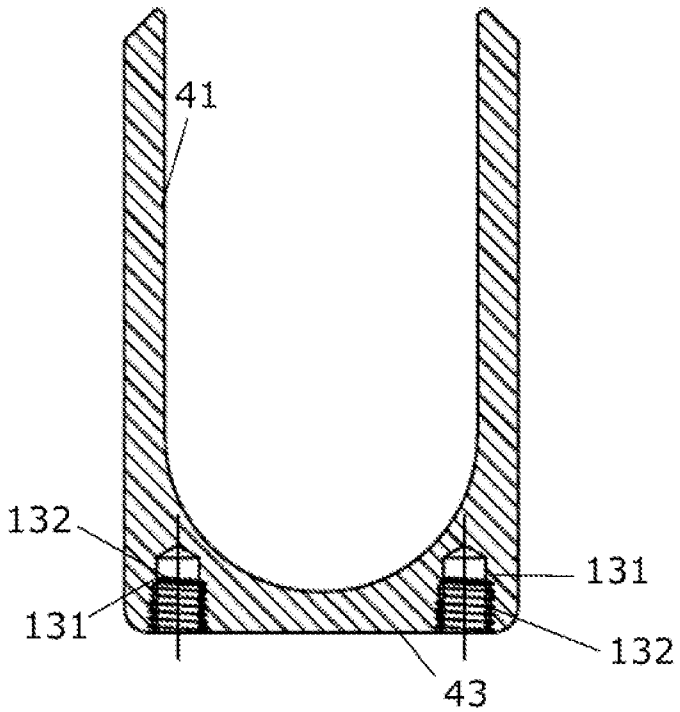
41
132
131
131
132
43

Fig. 5

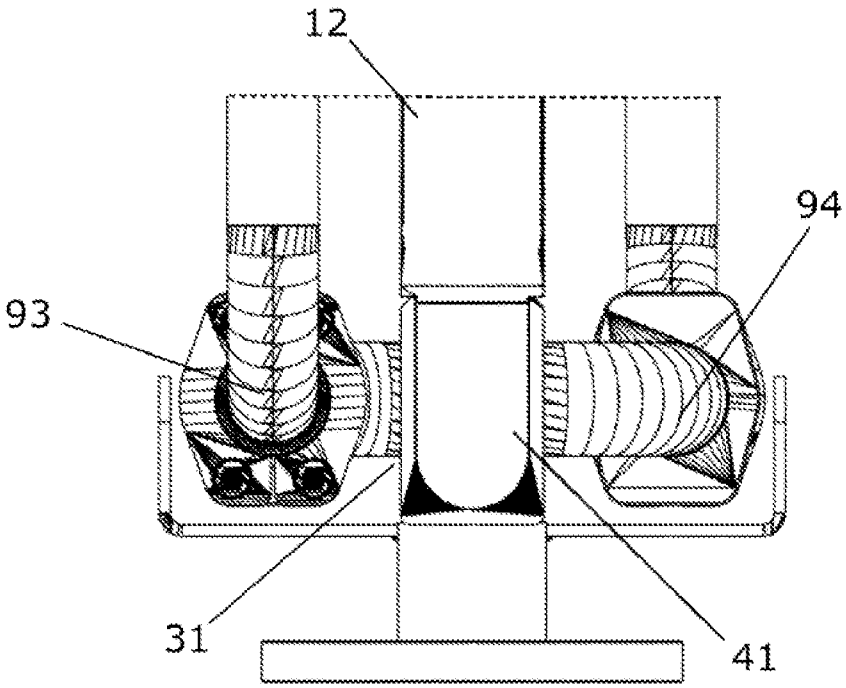

Fig. 6

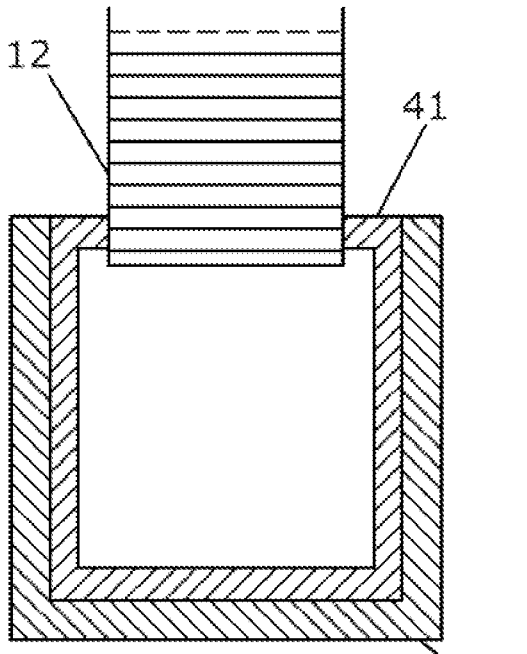

Fig. 7