

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 997 436**

51 Int. Cl.:

F03D 80/60

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.02.2022** **PCT/DK2022/050022**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.08.2022** **WO22171255**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.02.2022** **E 22705510 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.10.2024** **EP 4291773**

54 Título: **Parte superior de enfriador modular para un aerogenerador y método de ensamblaje del mismo**

30 Prioridad:

11.02.2021 DK PA202170063

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.02.2025

73 Titular/es:

**VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.00%)
Hedeager 42
8200 Aarhus N, DK**

72 Inventor/es:

**ANDREASEN, MARCIN BLAZNIAK;
NYVAD, JESPER;
CATROGA, RENATO y
BAUN, TORBEN LADEGAARD**

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 997 436 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

Parte superior de enfriador modular para un aerogenerador y método de ensamblaje del mismo

Campo técnico

- 5 Esta invención se refiere en general a aerogeneradores y, más particularmente, a una parte superior de enfriador modular para un aerogenerador que es escalable en múltiples dimensiones, para aumentar la capacidad de enfriamiento de la parte superior del enfriador, y a un método para ensamblar tal parte superior de enfriador modular.

Antecedentes

- 10 Los aerogeneradores se usan para producir energía eléctrica usando un recurso renovable y sin quemar un combustible fósil. Generalmente, un aerogenerador convierte la energía cinética del viento en energía eléctrica. Un aerogenerador de eje horizontal incluye una torre, una góndola situada en el vértice de la torre y un rotor que tiene una pluralidad de palas y está soportado en la góndola por medio de un eje. El eje acopla el rotor o bien directa o bien indirectamente con un generador, que está alojado en el interior de la góndola. En consecuencia, a medida que el viento fuerza a las palas a girar, se produce energía eléctrica por el generador.

- 15 Los componentes del generador situados dentro de la góndola generan un calor significativo durante su operación, lo que a su vez, hace que aumente la temperatura del aire en la góndola y los componentes del generador. Cuando los componentes del generador se calientan, se puede disminuir la eficiencia general de la generación de potencia. Por lo tanto, los componentes del generador y la góndola se pueden enfriar para asegurar que el calor no afecte adversamente a la generación de potencia y/o dañe los componentes.

- 20 Los aerogeneradores convencionales pueden incluir uno o más dispositivos de enfriamiento configurados para eliminar el calor generado durante la operación del aerogenerador. Los dispositivos de enfriamiento pueden incluir disipadores de calor estándar. Otro dispositivo de enfriamiento ejemplar es una parte superior de enfriador colocada a lo largo de un lado (por ejemplo, el techo o los lados) de la góndola y que incluye uno o más paneles parcialmente encerrados por una cubierta. El aire que fluye pasado el aerogenerador enfría un segundo fluido que fluye a través de los paneles, el segundo fluido que se dirige a otros intercambiadores de calor dentro de la góndola para eliminar el calor de los componentes del generador y la góndola. Con este fin, los dispositivos de enfriamiento operan para reducir por ello la temperatura de la góndola y los componentes del generador.

- 30 En los diseños de partes superiores de enfriador actuales, los paneles tienen un área de enfriamiento que está dispuesta para mirar directamente al viento entrante. En otras palabras, el plano del área de enfriamiento está dispuesto perpendicular al viento entrante. Si bien esta disposición de los paneles es suficiente para el propósito previsto, hay algunos inconvenientes de tal diseño. Por ejemplo, a medida que aumenta la producción de potencia por aerogenerador, así lo hace la capacidad de enfriamiento requerida. Aumentar la capacidad de enfriamiento con los diseños de parte superior de enfriador actuales se puede lograr escalando en dos direcciones, es decir, la altura del panel o paneles (por ejemplo, en la dirección vertical) y la anchura del panel o paneles (por ejemplo, en la dirección horizontal). No obstante, existe un límite práctico en cuanto a lo alto y lo ancho que se puede hacer un panel o una serie de paneles en la parte superior de una góndola. A este respecto, la anchura del panel o paneles está generalmente limitada por la anchura de la góndola a la que se une la parte superior de enfriador. Además, la altura del panel o paneles puede estar limitada por limitaciones de resistencia en la estructura que soporta el panel o paneles en la góndola.

- 40 De este modo, sigue existiendo la necesidad de diseños de la parte superior de enfriador que proporcionen una capacidad de enfriamiento mejorada. Más particularmente, existe la necesidad de un diseño de parte superior de enfriador que sea escalable en más de dos dimensiones para proporcionar una capacidad de enfriamiento aún mayor.

Un ejemplo de un sistema de enfriamiento de aerogenerador de la técnica anterior se puede encontrar en el documento WO 2020/115276 A1.

45 **Compendio**

- Para estos y otros fines, un aerogenerador tiene una torre y una góndola acoplada de manera giratoria a la torre. La góndola tiene un eje longitudinal configurado para ser alineado con la dirección del flujo del viento entrante durante la operación del aerogenerador. Cuando la góndola está así alineada, define una dirección longitudinal, una dirección transversal y una dirección vertical. El aerogenerador incluye uno o más componentes generadores de calor alojados en el aerogenerador y un enfriador modular fijado a la góndola y acoplado operativamente a uno o más componentes generadores de calor para enfriar los componentes generadores de calor. El enfriador modular que comprende uno o más módulos de enfriamiento, donde cada módulo de enfriamiento incluye una o más unidades de enfriamiento. Cada unidad de enfriamiento incluye además un intercambiador de calor que define un área de enfriamiento que define un eje normal y una placa deflectora para dirigir el viento entrante a través del intercambiador de calor desviando el flujo del viento entrante en un ángulo que es menor de 180° con relación a la

dirección longitudinal. Cada una de la una o más unidades de enfriamiento del enfriador modular se orienta de manera que el eje normal del intercambiador de calor no sea paralelo al eje longitudinal de la góndola.

En una realización, la placa deflectora define un plano que forma un ángulo con la dirección longitudinal que es menor que 180°.

- 5 En una realización, el uno o más módulos de enfriamiento pueden incluir una pluralidad de unidades de enfriamiento dispuestas unas adyacentes a otras a lo largo de al menos una de la dirección longitudinal, la dirección transversal y la dirección vertical. En estas realizaciones, las unidades de enfriamiento forman bloques de construcción que permiten que el enfriador modular se escale en múltiples direcciones, es decir, en la dirección longitudinal, la dirección transversal y la dirección vertical. En otra realización, el enfriador modular puede incluir una pluralidad de módulos de enfriamiento dispuestos unos adyacentes a otros a lo largo de al menos una de la dirección longitudinal, la dirección transversal y la dirección vertical. En estas realizaciones, los módulos de enfriamiento forman bloques de construcción que permiten que el enfriador modular se escale en múltiples direcciones, es decir, en la dirección longitudinal, la dirección transversal y la dirección vertical.

- 15 En una realización, el intercambiador de calor puede incluir uno o más paneles de transferencia de calor. En un aspecto de esta realización, el intercambiador de calor incluye una pluralidad de paneles de transferencia de calor dispuestos unos adyacentes a otros en la dirección longitudinal de la góndola y la placa deflectora está colocada con relación al intercambiador de calor de manera que el viento entrante se dirija a cada uno de la pluralidad de paneles de transferencia de calor.

- 20 En una realización, el intercambiador de calor está orientado de manera que el eje normal sea sustancialmente paralelo a la dirección vertical. En otra realización, el intercambiador de calor está orientado de manera que el eje normal sea sustancialmente paralelo a la dirección transversal.

En una realización, cada unidad de enfriamiento incluye una primera y segunda paredes laterales colocadas en extremos opuestos de la placa deflectora. La primera y segunda paredes laterales cooperan con la placa deflectora para dirigir el viento entrante a través del intercambiador de calor.

- 25 La invención también contempla un método de ensamblaje de un enfriador modular en una góndola de un aerogenerador, donde la góndola tiene un eje longitudinal configurado para ser alineado con la dirección del flujo del viento entrante durante la operación del aerogenerador. Cuando la góndola está así alineada, define una dirección longitudinal, una dirección transversal y una dirección vertical. El método incluye proporcionar uno o más módulos de enfriamiento, donde cada módulo de enfriamiento incluye una o más unidades de enfriamiento. Cada unidad de enfriamiento incluye un intercambiador de calor que tiene un área de enfriamiento que define un eje normal y una placa deflectora, que puede definir un plano. El método incluye además unir el uno o más módulos de enfriamiento a la góndola en una orientación de manera que el eje normal del intercambiador de calor de la una o más unidades de enfriamiento no sea paralelo al eje longitudinal de la góndola. El método incluye además colocar la placa deflectora con relación al intercambiador de calor de la una o más unidades de enfriamiento de manera que el flujo del viento entrante se desvíe en un ángulo que es menor que 180° con relación a la dirección longitudinal para dirigir por ello el flujo del viento entrante a través del intercambiador de calor.

- 30 En un aspecto, el uno o más módulos de enfriamiento incluyen una pluralidad de unidades de enfriamiento y el paso de unir la una o más unidades de enfriamiento incluyen disponer la pluralidad de unidades de enfriamiento unas adyacentes a otras en una dirección a lo largo de al menos una de la dirección longitudinal, la dirección transversal y la dirección vertical. Por ejemplo, las unidades de enfriamiento se pueden disponer unas adyacentes a otras solamente en la dirección longitudinal, en ambas direcciones longitudinal y transversal, o en las direcciones longitudinal, transversal y vertical, o en cualquier combinación de las tres direcciones.

- 35 En otro aspecto, el enfriador modular incluye una pluralidad de módulos de enfriamiento y el paso de unir el uno o más módulos de enfriamiento incluye disponer la pluralidad de módulos de enfriamiento unos adyacentes a otros a lo largo de al menos una de la dirección longitudinal, la dirección transversal y la dirección vertical. Por ejemplo, los módulos de enfriamiento se pueden disponer unos adyacentes a otros solamente en la dirección longitudinal, en ambas direcciones longitudinal y transversal, o en las direcciones longitudinal, transversal y vertical, o en cualquier combinación de las tres direcciones.

- 40 En una realización, el intercambiador de calor incluye una pluralidad de paneles de transferencia de calor y el paso de unir el uno o más módulos de enfriamiento incluye disponer la pluralidad de paneles de transferencia de calor unos adyacentes a otros en la dirección longitudinal de la góndola y el paso de colocar la placa deflectora incluye colocar la placa deflectora con relación al intercambiador de calor de manera que el viento entrante se dirija a cada uno de la pluralidad de paneles de transferencia de calor.

- 45 En una realización, el paso de unir el uno o más módulos de enfriamiento incluye orientar el intercambiador de calor de manera que el eje normal sea sustancialmente paralelo a la dirección vertical. En otra realización, el paso de unir el uno o más módulos de enfriamiento incluye orientar el intercambiador de calor de manera que el eje normal sea sustancialmente paralelo a la dirección transversal.

En una realización, el método incluye además colocar la primera y segunda paredes laterales en extremos opuestos de la placa deflectora, en donde la primera y segunda paredes laterales cooperan con la placa deflectora para dirigir el viento entrante a través del intercambiador de calor.

- 5 Otra realización está dirigida a un enfriador modular para una góndola de un aerogenerador, donde la góndola tiene un eje longitudinal configurado para ser alineado con la dirección del flujo del viento entrante durante la operación del aerogenerador. Cuando la góndola está así alineada, define una dirección longitudinal, una dirección transversal y una dirección vertical. El enfriador modular incluye uno o más módulos de enfriamiento, donde cada módulo de enfriamiento incluye una o más unidades de enfriamiento. Cada unidad de enfriamiento incluye un intercambiador de calor que tiene un área de enfriamiento que define un eje normal y una placa deflectora para dirigir el viento entrante a través del intercambiador de calor durante la operación del aerogenerador desviando el flujo del viento entrante en un ángulo que es menor que 180° con relación a la dirección longitudinal. Cada una de la una o más unidades de enfriamiento del enfriador modular está configurada para ser orientada de manera que el eje normal del intercambiador de calor no sea paralelo al eje longitudinal de la góndola cuando el enfriador modular está fijado a la góndola.
- 10 En una realización, el uno o más módulos de enfriamiento incluyen una pluralidad de unidades de enfriamiento configuradas para estar dispuestas unas adyacentes a otras a lo largo de al menos una de la dirección longitudinal, la dirección transversal y la dirección vertical. En otra realización, el enfriador modular incluye una pluralidad de módulos de enfriamiento configurados para ser dispuestos unos adyacentes a otros a lo largo de al menos una de la dirección longitudinal, la dirección transversal y la dirección vertical.
- 15 En un aspecto, el intercambiador de calor incluye una pluralidad de paneles de transferencia de calor configurados para ser dispuestos unos adyacentes a otros en la dirección longitudinal de la góndola. En otro aspecto, el intercambiador de calor está configurado para ser orientado de manera que el eje normal sea sustancialmente paralelo a la dirección vertical o a la dirección transversal.

Breve descripción de los dibujos.

- 25 Los dibujos que se acompañan, que se incorporan y constituyen parte de esta especificación, ilustran realizaciones de la invención y, junto con una descripción general de la invención dada anteriormente, y la descripción detallada dada a continuación, sirven para explicar la invención.
- La Fig. 1 es una vista en perspectiva de un aerogenerador que tiene un enfriador de dos módulos de acuerdo con una realización de la invención;
- 30 La Fig. 2 es una vista en perspectiva parcial ampliada del aerogenerador de la Fig. 1 con el enfriador de dos módulos de la Fig. 1;
- La Fig. 2A es una vista en perspectiva parcial ampliada del aerogenerador de la Fig. 1 con un enfriador de un módulo de acuerdo con una realización de la invención;
- 35 La Fig. 2B es una vista en perspectiva parcial ampliada del aerogenerador de la Fig. 1 con un enfriador de dos módulos que es más alto que el enfriador de dos módulos en la Fig. 2;
- La Fig. 3 es una vista en perspectiva de un enfriador de un módulo de acuerdo con una realización de la invención;
- La Fig. 4 es una unidad de enfriamiento única del enfriador de un módulo de la Fig. 3;
- La Fig. 5 es una vista en perspectiva desmontada de la unidad de enfriamiento única de la Fig. 4;
- 40 La Fig. 6 es una ilustración esquemática de una trayectoria de flujo de fluido calentado a través de los intercambiadores de calor en el enfriador en la Fig. 3;
- La Fig. 6A es una ilustración esquemática de otra trayectoria de flujo de fluido calentado a través de los intercambiadores de calor en el enfriador en la Fig. 3;
- La Fig. 6B es una ilustración esquemática de otra trayectoria de flujo más de fluido calentado a través de los intercambiadores de calor en el enfriador en la Fig. 3;
- 45 La Fig. 7 es una vista lateral del aerogenerador de la Fig. 2 con la trayectoria de aire a través del enfriador ilustrado esquemáticamente;
- La Fig. 8A es una vista lateral esquemática de un módulo de enfriamiento con cuatro intercambiadores de calor colocados en una góndola de un aerogenerador;
- 50 La Fig. 8B es una vista lateral esquemática de un módulo de enfriamiento con tres intercambiadores de calor colocados en una góndola de un aerogenerador;

La Fig. 8C es una vista lateral esquemática de un módulo de enfriamiento con seis intercambiadores de calor colocados sobre una góndola de un aerogenerador;

La Fig. 9A es una vista lateral esquemática de un módulo de enfriamiento con ocho intercambiadores de calor en cuatro filas, con dos intercambiadores de calor en cada fila;

- 5 La Fig. 9B es una vista lateral esquemática de un módulo de enfriamiento con seis intercambiadores de calor en cuatro filas, con dos intercambiadores de calor en cada fila;

La Fig. 9C es una vista lateral esquemática de un módulo de enfriamiento con doce intercambiadores de calor en cuatro filas, con dos intercambiadores de calor en cada fila;

- 10 La Fig. 10 es una vista superior ampliada de un aerogenerador que tiene un módulo de enfriamiento con los intercambiadores de calor orientados verticalmente;

La Fig. 10A es una vista superior ampliada de un aerogenerador que tiene un módulo de enfriamiento de la Fig. 8, pero con intercambiadores de calor orientados verticalmente adicionales;

La Fig. 10B es una vista superior ampliada de un aerogenerador que tiene un módulo de enfriamiento con dieciséis intercambiadores de calor en ocho filas, con dos intercambiadores de calor en cada fila;

- 15 La Fig. 11A es una vista superior esquemática de una góndola que tiene dos unidades de enfriamiento que se extienden a través de la anchura de la góndola;

La Fig. 11B es una vista lateral esquemática de una góndola que tiene tres unidades de enfriamiento apiladas verticalmente;

- 20 La Fig. 11C es una vista lateral esquemática de una góndola que tiene dos columnas de unidades de enfriamiento que se extienden en una dirección alineada con el eje longitudinal de la góndola;

La Fig. 12 es una vista lateral esquemática de una góndola con un intercambiador de calor orientado perpendicular a dos placas deflectoras adyacentes; y

La Fig. 13 es una vista lateral del aerogenerador de la Fig. 2 con otra realización del enfriador ilustrada esquemáticamente.

25 Descripción detallada

- Con referencia a la Fig. 1, un aerogenerador 10 incluye una torre 12, una góndola 14 dispuesta en el vértice de la torre 12 y un rotor 16 acoplado operativamente a un generador (no mostrado) alojado en el interior de la góndola, y una caja de engranajes (no mostrada) también alojada en el interior de la góndola 14. Además del generador y la caja de engranajes, la góndola 14 puede alojar diversos componentes necesarios para convertir la energía eólica en energía eléctrica y para operar y optimizar el rendimiento del aerogenerador 10. La torre 12 soporta la carga presentada por la góndola 14, el rotor 16 y otros componentes del aerogenerador alojados en el interior de la góndola 14 y opera para elevar la góndola 14 y el rotor 16 a una altura por encima del nivel del suelo o del nivel del mar, según pueda ser el caso, en la que típicamente se encuentran corrientes de aire que tienen una turbulencia más baja y una velocidad más alta. La góndola 14 tiene un eje longitudinal LA que está configurado para ser alineado con la dirección del flujo del viento entrante durante la operación del aerogenerador. Cuando el eje longitudinal (LA) está así alineado, la góndola define una dirección longitudinal (X), una dirección transversal (Y) y una dirección vertical (Z), como se ilustra en la Fig. 2.

- El rotor 16 puede incluir un buje central 18 y una pluralidad de palas 20 unidas al buje central 18 en ubicaciones distribuidas alrededor de la circunferencia del buje central 18. En la realización representativa, el rotor 16 incluye tres palas 20, no obstante, el número puede variar. Las palas 20, que se proyectan radialmente hacia fuera desde el buje central 18, están configuradas para interactuar con las corrientes de aire que pasan para producir fuerzas de rotación que hacen que el buje central 18 gire alrededor de su eje longitudinal. El diseño, la construcción y la operación de las palas 20 son familiares para una persona que tiene conocimientos habituales en la técnica del diseño de aerogeneradores y pueden incluir aspectos funcionales adicionales para optimizar el rendimiento. Por ejemplo, el control del ángulo de paso de las palas 20 se puede implementar mediante un mecanismo de control de paso (no mostrado) en respuesta a la velocidad del viento para optimizar la producción de potencia en condiciones de poco viento, y para poner en bandera las palas si la velocidad del viento excede las limitaciones de diseño.

- El rotor 16 puede estar acoplado a la caja de engranajes directamente o, como se muestra, indirectamente mediante un eje de accionamiento (no mostrado). De cualquier forma, la caja de engranajes transfiere la rotación del rotor 16 a través de un acoplamiento (no mostrado) al generador. Un viento que supera un nivel mínimo puede activar el rotor 16, haciendo que el rotor 16 gire en una dirección sustancialmente perpendicular al viento, aplicando par al eje de entrada del generador. La energía eléctrica producida por el generador se puede suministrar a una red eléctrica (no mostrada) o a un sistema de almacenamiento de energía (no mostrado) para liberar más tarde a la red, como se

entiende por una persona que tenga conocimientos habituales en la técnica. De esta forma, la energía cinética del viento se puede aprovechar por el aerogenerador 10 para generación de potencia.

El generador, la caja de engranajes y posiblemente otros componentes alojados en la góndola 14 generan una cantidad significativa de calor durante la operación del aerogenerador 10. El generador, la caja de engranajes y otros componentes de la góndola 14 se pueden caracterizar como componentes generadores de calor 22 (Fig. 2). Para optimizar o mejorar la operación del aerogenerador 10, el calor producido por estos componentes generadores de calor 22 se debe gestionar correctamente y expulsar al entorno exterior. Con este fin, el aerogenerador 10 puede incluir un sistema de enfriamiento para transferir el calor desde los componentes generadores de calor 22 al entorno exterior. En una disposición típica, el sistema de enfriamiento incluye un circuito térmico que tiene una bomba que hace circular un fluido de trabajo, tal como agua u otro refrigerante adecuado, a través de líneas de conductos entre los componentes generadores de calor 22 en la góndola 14, la torre 12 u otra parte del aerogenerador 10, y un enfriador 24 de intercambio de calor. El enfriador 24 está colocado externo a la góndola 14 y típicamente está montado en una superficie de la góndola 14, tal como el techo 26 de la góndola 14 o una o más paredes laterales de la góndola 14 (no mostradas). En diversas realizaciones alternativas, el enfriador 24 se puede situar en otras posiciones del aerogenerador 10, tal como en la torre 12. En cualquier caso, el enfriador 24 está expuesto a un flujo de aire externo que se puede usar para lograr un efecto de enfriamiento.

En uso, el sistema de enfriamiento está dispuesto para proporcionar el fluido de trabajo a los componentes generadores de calor 22 donde el fluido de trabajo recoge o absorbe calor de los componentes generadores de calor 22. Se pueden proporcionar uno o más intercambiadores de calor para transferir calor eficientemente desde los componentes generadores de calor 22 en el aerogenerador 10 al fluido de trabajo del sistema de enfriamiento. Luego, la bomba del sistema de enfriamiento dirige el fluido de trabajo calentado al enfriador 24. Como se señaló anteriormente, el enfriador 24 típicamente se coloca externo a la góndola 14 detrás del rotor 16 y está sujeto a un flujo de aire a través del enfriador 24. El paso del aire a través del enfriador 24 hace que el calor en el fluido de trabajo se transfiera al aire exterior, enfriando de este modo el fluido de trabajo. El fluido de trabajo ahora enfriado se dirige luego de vuelta a los componentes generadores de calor 22 en la góndola 14 bajo la dirección de la bomba y se repite el ciclo. El sistema de enfriamiento esencialmente transfiere calor desde los componentes generadores de calor 22 y el entorno inmediato (por ejemplo, en el interior de la góndola 14) al entorno exterior con el fin de mantener la temperatura de operación de los componentes del aerogenerador a un nivel adecuado que proporcione una operación eficiente del aerogenerador 10.

Con referencia a la Fig. 2, el enfriador 24 tiene dos módulos de enfriamiento 30 situados uno junto al otro en el techo 26 de la góndola 14 con los módulos de enfriamiento 30 extendiéndose a través de la anchura de la góndola 14. En otras palabras, los dos módulos de enfriamiento 30 están dispuestos uno adyacente al otro en una dirección sustancialmente perpendicular al eje longitudinal LA de la góndola 14, es decir, dispuestos horizontalmente uno adyacente al otro. Los dos módulos de enfriamiento 30 son en gran medida iguales en su construcción y ambos están acoplados al sistema de enfriamiento del aerogenerador 10. Ventajosamente, si se necesita menos capacidad de enfriamiento para un aerogenerador particular, se puede situar un único módulo de enfriamiento 30 en el techo 26 de la góndola 14 como se ilustra en la Fig. 2A. De manera similar, si se necesita capacidad de enfriamiento adicional para un aerogenerador particular, la altura de cada módulo de enfriamiento 30 se puede aumentar para incluir intercambiadores de calor adicionales como se ilustra en la Fig. 2B. Como se muestra en la Fig. 2B, se disponen unidades de enfriamiento 32 adicionales unas adyacentes a otras en una dirección perpendicular al eje longitudinal LA de la góndola 14. Más específicamente, la Fig. 2B muestra que las unidades de enfriamiento 32 están apiladas verticalmente. Como se muestra en la Fig. 2 y con los propósitos de esta descripción, el módulo de enfriamiento 30 tiene una anchura W, una longitud L y una altura H. La anchura W del módulo de enfriamiento 30 se extiende generalmente en la misma dirección que la anchura de la góndola 14, es decir, de lado a lado, y la longitud del módulo de enfriamiento 30 se extiende generalmente en la misma dirección que la longitud de la góndola 14, es decir, de delante hacia atrás. La altura H del módulo de enfriamiento 30 se extiende generalmente en la misma dirección que la altura de la góndola 14, es decir, de abajo hacia arriba.

Con referencia a las Figs. 3-5, cada módulo de enfriamiento 30 está compuesto por al menos una unidad de enfriamiento 32 individual y preferiblemente una pluralidad de unidades de enfriamiento 32 individuales. El módulo de enfriamiento 30 en la Fig. 3 está compuesto por cuatro unidades de enfriamiento 32 individuales que están apiladas verticalmente una sobre la parte superior de la otra. Como se tratará más adelante, el número de unidades de enfriamiento 32 individuales usadas en cada módulo de enfriamiento 30 pueden estar dictadas por la capacidad de enfriamiento necesaria para un aerogenerador particular. El fluido de trabajo calentado entra en las unidades de enfriamiento 32 individuales a través de un colector de líquido de entrada 34 y el fluido de trabajo enfriado sale de las unidades de enfriamiento 32 individuales a través de un colector de líquido de salida 36.

La Fig. 5 es una vista desmontada de la unidad de enfriamiento 32 individual que muestra los componentes principales de la unidad de enfriamiento 32 individual. Específicamente, la unidad de enfriamiento 32 individual incluye un intercambiador de calor 40 con un área de enfriamiento 38, una placa deflectora 42, paredes laterales 44, marcos de soporte 46 y conductos de fluido 48. El área de enfriamiento 38 define un eje normal NA que es sustancialmente perpendicular al área de enfriamiento 38. Como se usa en la presente memoria, el término "sustancialmente perpendicular" significa 90 ± 5 grados y más preferiblemente 90 ± 1 grado. Los conductos de fluido 48 se pueden acoplar operativamente a extremos opuestos del intercambiador de calor en los puertos 50. Cada

marco de soporte 46 incluye un soporte de conducto de fluido 52 para soportar uno de los conductos de fluido 48. Cada intercambiador de calor 40 está orientado de manera sustancialmente horizontal en la unidad de enfriamiento 32 individual en el módulo de enfriamiento 30 de manera que el eje normal NA sea sustancialmente perpendicular al eje longitudinal LA de la góndola 14 (por ejemplo, véanse las Figuras 2-2B).

Esta orientación horizontal de los intercambiadores de calor 40 es diferente de la orientación vertical de los intercambiadores de calor en enfriadores tradicionales montados en el techo de un aerogenerador donde el área de enfriamiento de esos intercambiadores de calor mira directamente al viento entrante. Debido a la orientación horizontal de los intercambiadores de calor 40, el área de enfriamiento 38 no mira directamente al viento entrante. Para los módulos de enfriamiento 30 en las Figs. 2 a 4, el área de enfriamiento 38 es sustancialmente perpendicular al viento entrante. En su lugar, la placa deflectora 42 se puede colocar con relación al intercambiador de calor 40 para dirigir el viento entrante hacia arriba dentro del área de enfriamiento del intercambiador de calor 40 desviando el flujo del viento entrante en un ángulo θ que es menor que 180° con relación a la dirección longitudinal (X). Es decir, la placa deflectora 42 se puede inclinar hacia arriba para desviar el aire entrante hacia la parte inferior del intercambiador de calor 40. Alternativamente, la placa deflectora 42 se puede inclinar hacia abajo para desviar el aire entrante hacia la parte superior del intercambiador de calor 40. En cualquier caso, la placa deflectora 42 define un plano que puede no ser paralelo al eje longitudinal LA de la góndola 14. La unidad de enfriamiento 32 se orienta de manera que el eje normal NA del intercambiador de calor no sea paralelo al eje longitudinal LA de la góndola 14.

Los marcos de soporte 46 están configurados para ser apilados de modo que las unidades de enfriamiento 32 individuales se puedan disponer una en la parte superior de otra. Con ese fin, cada marco de soporte 46 incluye un extremo de inserción 54 en la parte inferior del marco de soporte 46 que está dimensionado para ser deslizado dentro de un extremo receptor 56 en la parte superior del marco de soporte 46. De este modo, cuando una unidad de enfriamiento 32 individual adicional se ha de apilar en la parte superior de una unidad de enfriamiento 32 individual existente, los extremos de inserción 54 en la unidad de enfriamiento 32 individual adicional se deslizan dentro de los extremos receptores 56 en la unidad de enfriamiento 32 individual existente. Por consiguiente, en un aspecto de la invención, el enfriador 24 tiene un diseño modular con uno o más módulos de enfriamiento 30 y cada módulo 30 que incluye una o más unidades de enfriamiento 32. Los módulos de enfriamiento 30 están diseñados para tener unidades de enfriamiento 32 adicionales incorporadas en los módulos de enfriamiento 30 de una manera relativamente sencilla con el fin de aumentar la capacidad de enfriamiento del enfriador 24.

Las Figs. 6, 6A y 6B ilustran esquemáticamente diferentes trayectorias de flujo para que el fluido de trabajo entre y salga del módulo de enfriamiento 30 con cuatro unidades de enfriamiento 32 individuales. En la Fig. 6, el fluido de trabajo fluye hacia arriba a través del colector de líquido de entrada 34, hacia y a través de cada uno de los cuatro intercambiadores de calor 40 en las unidades de enfriamiento 32 individuales respectivas, y fluye hacia abajo a través del colector de líquido de salida 36. La trayectoria de flujo ilustrada en la Fig. 6 corresponde con la trayectoria de flujo del módulo de enfriamiento 30 en la Fig. 3 donde el colector de líquido de entrada 34 y el colector de líquido de salida 36 están situados en lados opuestos del módulo de enfriamiento 30. Se puede hacer referencia a esta disposición como sistema de paso único porque el fluido de trabajo fluye a través de cada intercambiador de calor 40 solamente una vez.

La Fig. 6A ilustra una trayectoria de flujo alternativa a través del módulo de enfriamiento 30 con cuatro unidades de enfriamiento 32 individuales. Con el propósito de explicar la Fig. 6A, se hará referencia al intercambiador de calor 40 más bajo en la unidad de enfriamiento 32 individual más baja como intercambiador de calor uno 40a y se hará referencia a cada intercambiador de calor posteriormente más alto como intercambiador de calor dos 40b, tres 40c y cuatro 40d. En esta realización, tanto el colector de líquido de entrada 34 como el colector de líquido de salida 36 están situados en el mismo lado del módulo de enfriamiento 30, lo que puede proporcionar un módulo de enfriamiento 30 más compacto en comparación con el módulo de enfriamiento 30 en la Fig. 3. El fluido de trabajo fluye hacia arriba a través del colector de líquido de entrada 34, hacia el intercambiador de calor dos 40b y el intercambiador de calor cuatro 40d. El fluido de trabajo fluye hacia fuera del intercambiador de calor dos 40b, a través de un conducto de conexión 58, hacia el intercambiador de calor uno 40a, y fluye hacia abajo a través del colector de líquido de salida 36. De manera similar, el fluido de trabajo fluye hacia fuera del intercambiador de calor cuatro 40d, a través de un conducto de conexión 60, hacia el intercambiador de calor tres 40c, y fluye hacia abajo a través del colector de líquido de salida 36. Se puede hacer referencia a esta disposición como sistema de paso doble porque el fluido de trabajo fluye a través de dos pares de intercambiadores de calor, por ejemplo, 40c, 40d, antes de que el fluido de trabajo fluya hacia fuera a través del colector de líquido de salida 36.

La Fig. 6B ilustra aún otra trayectoria de flujo alternativa a través del módulo de enfriamiento 30 con cuatro unidades de enfriamiento 32. La convención de nomenclatura de los intercambiadores de calor 40a-40d en la Fig. 6B seguirá la usada para los intercambiadores de calor 40a-40d en la Fig. 6A. En esta realización, tanto el colector de líquido de entrada 34 como el colector de líquido de salida 36 están situados en el mismo lado del módulo de enfriamiento 30, como en la Fig. 6A. El fluido de trabajo fluye hacia arriba a través del colector de líquido de entrada 34, hacia los intercambiadores de calor uno y dos 40a, 40b, hacia un colector de conexión 62, hacia y a través de los intercambiadores de calor tres y cuatro 40c, 40d, y luego fluye hacia abajo a través del colector de líquido de salida 36. Como en la Fig. 6A, se puede hacer referencia a esta disposición como sistema de paso doble en la medida que el fluido de trabajo fluye a través de al menos dos intercambiadores de calor 40a-40d antes de que el fluido de trabajo fluya hacia fuera a través del colector de líquido de salida 36. Si bien las Figs. 6-6B ilustran diversas

trayectorias de flujo ejemplares del fluido de trabajo a través del módulo de enfriamiento 30, se debería reconocer que puede haber otras disposiciones de trayectorias de flujo a través del módulo de enfriamiento 30 que enfrien suficientemente el fluido de trabajo. De este modo, los aspectos de la invención no se deberían limitar a ninguna disposición de trayectoria de flujo particular a través del módulo de enfriamiento 30.

Se pueden implementar otras trayectorias de flujo de fluido de trabajo a través de los intercambiadores de calor 40a-40d para optimizar la eficiencia del enfriador 24. Una consideración para mejorar la eficiencia es conectar el intercambiador de calor que experimenta el flujo de aire más alto a través del mismo (probablemente el intercambiador de calor (40d) más alto en el módulo de enfriamiento 30) con el intercambiador de calor que experimenta el flujo de aire más bajo a través del mismo (probablemente el intercambiador de calor (40a) más bajo en el módulo de enfriamiento). Por ejemplo, esto sugiere conectar los intercambiadores de calor 40d y 40a y conectar los intercambiadores de calor 40c y 40b. Esta sería otra configuración de paso doble. Otras trayectorias de flujo, tales como flujo paralelo, contraflujo y flujo cruzado, también se pueden usar para optimizar la transferencia de calor.

La Fig. 7 ilustra esquemáticamente el aire que fluye a través de los intercambiadores de calor 40 del módulo de enfriamiento 30. Solamente se ilustran los intercambiadores de calor 40 y las placas deflectoras 42 para proporcionar una vista clara de la trayectoria de flujo de aire. Como se muestra, las placas deflectoras 42 ayudan a desviar/dirigir el viento entrante hacia arriba y hacia el lado inferior de los intercambiadores de calor 40 y hacia fuera del lado superior de los intercambiadores de calor 40. La placa deflector 42 por encima del intercambiador de calor 40 ayuda a desviar/dirigir el viento hacia atrás y hacia fuera del módulo de enfriamiento 30. El intercambiador de calor 40 más alto no tiene una placa deflector 42 por encima de él de modo que el aire a través de ese intercambiador de calor 40 salga con una componente de velocidad más vertical en comparación con el flujo de aire de los otros intercambiadores de calor 40.

Como se señaló anteriormente, los módulos de enfriamiento 30 están compuestos por unidades de enfriamiento 32 individuales. Para alterar la capacidad de enfriamiento de un módulo de enfriamiento 30, se puede disminuir o aumentar el número de unidades de enfriamiento 32 individuales. Por ejemplo, cada uno de los módulos de enfriamiento 30 en la Fig. 2 tiene cuatro unidades de enfriamiento 32 individuales. Para aumentar la capacidad de enfriamiento de esos módulos de enfriamiento 30, dos unidades de enfriamiento 32 individuales adicionales, por ejemplo, se puede añadir como se muestra en la Fig. 2B. Como tal, la altura de los módulos de enfriamiento 30 ha aumentado. De este modo, los módulos de enfriamiento 30 son escalables en la dirección de la altura para aumentar la capacidad de enfriamiento del enfriador 24.

Otro planteamiento para escalar en la dirección de la altura es mantener la altura total del módulo de enfriamiento 30 igual pero añadir o eliminar unidades de enfriamiento 32 individuales del módulo de enfriamiento 30. Por ejemplo, la Fig. 8A ilustra el módulo de enfriamiento 30 con la altura H mostrada en la Fig. 7 con cuatro unidades de enfriamiento 32 individuales separadas por igual a lo largo la altura H. No obstante, la Fig. 8B ilustra el módulo de enfriamiento 30 con la misma altura H solamente con tres unidades de enfriamiento 32 individuales, también separadas por igual a lo largo de la altura H. Las unidades de enfriamiento 32 individuales están más separadas en la Fig. 8B en comparación con la separación de las unidades de enfriamiento 32 individuales en la Fig. 8A. Para acomodar la mayor separación de las unidades de enfriamiento 32 individuales en la Fig. 8B, la placa deflector 42 es más larga y está más inclinada hacia el horizonte que la placa deflector 42 en la Fig. 8A. La Fig. 8C ilustra el módulo de enfriamiento 30 con la altura H y con seis unidades de enfriamiento 32 individuales separadas por igual a lo largo de la altura H. Las unidades de enfriamiento 32 individuales están separadas más estrechamente entre sí que las unidades de enfriamiento 32 individuales en las Figs. 8A y 8B. Para acomodar esa separación más estrecha, la placa deflector 42 es más corta y está menos inclinada hacia el horizonte que la placa deflector 42 en las Figs. 8A y 8B.

Además, la capacidad de enfriamiento general del sistema de enfriamiento del aerogenerador puede aumentar o disminuir añadiendo o eliminando módulos de enfriamiento a través de la anchura de la góndola 14. En la Fig. 2, por ejemplo, dos módulos de enfriamiento 30 están alineados a través de la anchura de la góndola 14. No obstante, en la Fig. 2A solamente está presente un módulo de enfriamiento 30, de modo que la capacidad de enfriamiento del aerogenerador se reduce en comparación con la disposición en la Fig. 2. De este modo, los módulos de enfriamiento 30 son escalables en la dirección de la anchura para aumentar la capacidad de enfriamiento del enfriador 24.

En la Fig. 9A se ilustra una segunda realización de un módulo de enfriamiento 70. El módulo de enfriamiento 70 es similar al módulo de enfriamiento 30 descrito anteriormente, pero con algunas diferencias. Por ejemplo, en la descripción anterior, la unidad de enfriamiento 32 individual, que constituye el módulo de enfriamiento 30, tiene un único intercambiador de calor 40 y cuando las unidades de enfriamiento 32 individuales se apilan unas en la parte superior de otras, forman una única columna vertical de intercambiadores de calor 40, véanse, por ejemplo, las Figs. 7 y 8A. En contraste, el módulo de enfriamiento 70 tiene una o más unidades de enfriamiento 72 individuales, con cada unidad de enfriamiento 72 que tiene un intercambiador de calor 74, pero ese intercambiador de calor 74 tiene dos paneles de transferencia de calor 75a, 75b dispuestos uno adyacente al otro en una dirección sustancialmente paralela al eje longitudinal LA de la góndola 14 (por ejemplo, sustancialmente paralelo al viento entrante). Como se usa en la presente memoria, el término "sustancialmente paralelo" significa 0 ± 5 grados y más preferiblemente 0 ± 1 grado. Cuando las unidades de enfriamiento 72 individuales se apilan una en la parte superior de otra, forman dos

columnas verticales de paneles de transferencia de calor 75a, 75b. De este modo, el módulo de enfriamiento 30 (Figs. 7 y 8A) se puede considerar una configuración de una sola columna, mientras que el módulo de enfriamiento 70 (Fig. 9A) se puede considerar una configuración de doble columna. Si bien la unidad de enfriamiento 72 individual incluye dos paneles de transferencia de calor 75a, 75b, tiene una única placa deflectora 76 que se extiende desde el frente hacia la parte trasera de la unidad de enfriamiento 72 individual y está colocada con relación al intercambiador de calor 74 de manera que el viento entrante se dirija a cada uno de los paneles de transferencia de calor 75a, 75b. Finalmente, cada panel de transferencia de calor 75a, 75b está conectado a unos colectores de líquido de entrada 78a, 78b respectivos situados en un extremo del módulo de enfriamiento 70 y colectores de líquido de salida (no mostrados) respectivos en el otro extremo del módulo de enfriamiento 70 similar a la trayectoria de flujo de fluido de trabajo usada en el módulo de enfriamiento 30 en las Figs. 3 y 6. Los colectores de líquido de entrada 78a, 78b y los colectores de líquido de salida también se pueden configurar para coincidir con la trayectoria de fluido de trabajo ilustrada en las Figs. 6A y 6B, por ejemplo.

Como se trató anteriormente con respecto a las Figs. 8A-8C, el número de unidades de enfriamiento 72 individuales en un módulo de enfriamiento 70 de una altura H dada puede variar. El módulo de enfriamiento 70 en la Fig. 9A tiene cuatro unidades de enfriamiento 72 individuales separadas por igual. La Fig. 9B ilustra el módulo de enfriamiento 70 con la misma altura H solamente con tres unidades de enfriamiento 72 individuales, también separadas por igual a lo largo de la altura H. Las unidades de enfriamiento 72 individuales en la Fig. 9B están más separadas en comparación con las unidades de enfriamiento individuales en la Fig. 9A. La Fig. 9C ilustra el módulo de enfriamiento 70 con la altura H y con seis unidades de enfriamiento 72 individuales separadas por igual a lo largo de la altura H. Las unidades de enfriamiento 72 individuales están separadas más estrechamente entre sí que las unidades de enfriamiento 72 individuales en las Figs. 9A y 9B. Alternativamente, la altura del módulo de enfriamiento 70 se puede aumentar con un número creciente de unidades de enfriamiento 72. Estas figuras demuestran que los módulos de enfriamiento 70 son escalables en la dirección longitudinal para aumentar la capacidad de enfriamiento del enfriador 24.

La Fig. 10 es una vista superior que ilustra otra realización de un módulo de enfriamiento 90 con unidades de enfriamiento 92 individuales, cada una con un intercambiador de calor 94 y una placa deflectora 96. El módulo de enfriamiento 90 es similar en construcción al módulo de enfriamiento 30 ilustrado en las Figs. 2 y 3, por ejemplo. El módulo de enfriamiento 90 es esencialmente el módulo de enfriamiento 30 tumbado de lado. Como tal, cada intercambiador de calor 94 está orientado de manera sustancialmente vertical de manera que el eje normal NA del intercambiador de calor 94 sea sustancialmente perpendicular al eje longitudinal LA de la góndola 14. En consecuencia, como con los intercambiadores de calor 40, las áreas de enfriamiento de los intercambiadores de calor 94 no miran directamente al viento entrante. Más específicamente, los intercambiadores de calor 94 en la Fig. 10 están orientados de manera que los ejes normales NA de los intercambiadores de calor 94 sean sustancialmente perpendiculares al viento entrante. Para tener en cuenta esto, una placa deflectora 96 dirige el viento entrante hacia los intercambiadores de calor 94, moviendo por ello el viento entrante lateralmente a través de los intercambiadores de calor 94 en lugar de hacia arriba como con las placas deflectoras 42 en el módulo de enfriamiento 30. Las placas deflectoras 96 del módulo de enfriamiento 90 se pueden configurar para dirigir el viento entrante lateralmente a través de cualquier lado de los intercambiadores de calor 94.

Como con el módulo de enfriamiento 30, el módulo de enfriamiento 90 se puede modificar para ajustar su capacidad de enfriamiento según se requiera por el aerogenerador particular. En un ejemplo, un módulo de enfriamiento 90 se puede colocar/apilar verticalmente en la parte superior del módulo de enfriamiento 90 existente. En otro ejemplo, el módulo de enfriamiento 90 se puede hacer más ancho añadiendo unidades de enfriamiento 92 individuales adicionales como se muestra en la Fig. 10A. Como se ilustra en la Fig. 10B, el módulo de enfriamiento 100 es una configuración de columna doble similar al módulo de enfriamiento 70 en las Figs. 9A-9C. En la Fig. 10B, el módulo de enfriamiento 100 incluye ocho unidades de enfriamiento 102 con cada unidad de enfriamiento que tiene un intercambiador de calor 104 donde cada intercambiador de calor 104 tiene dos paneles de transferencia de calor 106a, 106b en dos columnas. Si bien las unidades de enfriamiento 102 individuales incluyen dos paneles de transferencia 106a, 106b, tiene una única placa deflectora 108 que se extiende desde el frente hasta la parte trasera de la unidad de enfriamiento 102 individual. De este modo, con el intercambiador de calor 104 en una orientación sustancialmente vertical, el enfriador 24 sigue siendo escalable en múltiples dimensiones, es decir, las direcciones de anchura, altura y longitud del enfriador 24.

La mayor parte de la descripción anterior y las figuras asociadas describen e ilustran el concepto de ajustar la capacidad de enfriamiento del aerogenerador añadiendo o sustrayendo uno o más módulos de enfriamiento 30, 70, 90, 100 o añadiendo o sustrayendo unidades de enfriamiento 32 a un módulo de enfriamiento 30 particular. Los aspectos de la invención no están tan limitados. A este respecto, aspectos de la presente invención también contemplan construir el enfriador 24 de entre las unidades de enfriamiento 32 sin formar múltiples módulos de enfriamiento individuales. Es decir, la capacidad de enfriamiento se puede calcular para un aerogenerador particular y las unidades de enfriamiento individuales se pueden instalar en la góndola 14 para proporcionar la capacidad de enfriamiento requerida. Por ejemplo, las unidades de enfriamiento se pueden instalar una en la parte superior de otra de modo que se extiendan verticalmente lejos del techo de la góndola. Las unidades de enfriamiento se pueden instalar unas al lado de otras, extendiéndose a través de la anchura de góndola. Finalmente, las unidades de enfriamiento se pueden instalar en una dirección alineada con el eje longitudinal de la góndola. Las unidades de enfriamiento también se pueden instalar en dos o tres direcciones en una misma instalación. Por ejemplo, en un

aerogenerador, se puede apilar una primera pluralidad de unidades de enfriamiento (escalado vertical) para crear una primera columna de unidades de enfriamiento. Luego, se puede colocar una segunda columna de unidades de enfriamiento directamente adyacente a la primera columna de unidades de enfriamiento de manera que el enfriador se extienda a través de la anchura de la góndola (escalado horizontal). En otras palabras, el enfriador 24 es

escalable en tres direcciones a través de la disposición (y las interconexiones adecuadas) de unidades de enfriamiento 32. De este modo, las unidades de enfriamiento 32 son esencialmente bloques de construcción que forman el enfriador 24 total.

Las Figs. 11A-11C ilustran el concepto de escalado variando el número de unidades de enfriamiento en diferentes direcciones. La Fig. 11A es una vista en planta de la góndola 14 con dos unidades de enfriamiento 32 que se extienden a través de la anchura de la góndola 14. Si se requiere capacidad de enfriamiento adicional, se puede añadir una unidad de enfriamiento 32 adicional a lo largo de la anchura de la góndola 14. La Fig. 11B es una vista en alzado de la góndola 14 con tres unidades de enfriamiento 32 apiladas unas en la parte superior de otras. Si se requiere capacidad de enfriamiento adicional, se puede añadir una unidad de enfriamiento 32 adicional en la parte superior de las otras tres unidades de enfriamiento 32 en una dirección vertical. De manera similar, la Fig. 11C es una vista en alzado de la góndola 14 con dos pilas de unidades de enfriamiento 32 que se extienden en una dirección alineada con el eje longitudinal LA de la góndola 14. En la Fig. 11C, el intercambiador de calor 40 inferior, más a la izquierda, y la placa deflectora 42 están ausentes porque ese intercambiador de calor 40 recibiría poco o ningún flujo de aire en esa posición. En su lugar, ese espacio se puede usar para colocar equipos, tales como bombas, tuberías y colectores. De nuevo, si se requiere capacidad de enfriamiento adicional, se puede añadir una pila adicional de unidades de enfriamiento 32 delante de las otras dos pilas de unidades de enfriamiento 32 de modo que el enfriador 24 se expanda en una dirección alineada con el eje longitudinal LA de la góndola 13. Como se mencionó anteriormente, las unidades de enfriamiento 32 se pueden añadir en múltiples direcciones. Por ejemplo, el enfriador 24 se puede construir a partir de unidades de enfriamiento 30 dispuestas según una combinación de las Figs. 11A y 11B, una combinación de las Figs. 11A y 11C, o cualquier otra combinación, incluyendo una combinación de las Figs. 11A, 11B y 11C.

La Fig. 12 ilustra el módulo de enfriamiento 30 con los intercambiadores de calor 40 orientados de manera diferente de la orientación de los intercambiadores de calor 30 tratados anteriormente. En la Fig. 12, los intercambiadores de calor 40 están colocados entre y orientados perpendiculares a las placas deflectoras 42 adyacentes. Tal disposición maximizará la velocidad del flujo de aire a través de los intercambiadores de calor 30.

La Fig. 13 ilustra esquemáticamente otra realización del enfriador con el aire fluyendo a través de los intercambiadores de calor 40 del módulo de enfriamiento 30. Solamente se ilustran los intercambiadores de calor 40 y las placas deflectoras 42 para proporcionar una vista clara de la trayectoria de flujo de aire. Como se muestra, las placas deflectoras 42 ayudan a desviar/dirigir el viento entrante hacia abajo y hacia el lado superior de los intercambiadores de calor 40 y hacia fuera del lado inferior de los intercambiadores de calor 40. La placa deflectora 42 por debajo del intercambiador de calor 40 ayuda a desviar/dirigir el viento hacia atrás y hacia fuera del módulo de enfriamiento 30. La unidad de enfriamiento 32 más alta tiene una placa deflectora 42 por encima de ella para capturar el aire por encima del intercambiador de calor 40 más alto y dirigirlo hacia abajo hacia la parte superior del intercambiador de calor 40 en la unidad de enfriamiento más alta. El espacio por debajo del intercambiador de calor 40 más bajo está ocupado por una placa deflectora 42. El espacio delante de la placa deflectora 42 más baja en la unidad de enfriamiento 32 más baja se puede utilizar para equipos, tuberías, colectores, válvulas u otros equipos pertinentes (no mostrados).

Debido a la forma de la góndola en la parte trasera, puede haber un área de menor presión inmediatamente detrás de la góndola. Esto tendrá un efecto positivo en el flujo de aire a través del módulo de enfriamiento 30, en la medida que este mantendrá la velocidad del aire a través del intercambiador de calor 40 y, por ello, el volumen de aire que fluye a través de él. Por ello, puede aumentar la capacidad de enfriamiento. Esto afectará especialmente a las unidades de enfriamiento 32 inferiores más cercanas a la góndola 26.

Si bien la presente invención se ha ilustrado mediante una descripción de diversas realizaciones preferidas y si bien estas realizaciones se han descrito con cierto detalle, no es la intención del Solicitante restringir o limitar de ninguna forma el alcance de las reivindicaciones adjuntas a tal detalle. Ventajas y modificaciones adicionales les aparecerán fácilmente a los expertos en la técnica. De este modo, las diversas características de la invención se pueden usar solas o en cualquier combinación dependiendo de las necesidades y preferencias del usuario.

REIVINDICACIONES

1. Un aerogenerador (10), que comprende:
una torre (12);
una góndola (14) acoplada de manera giratoria a la torre (10) y que tiene un eje longitudinal (LA) configurado para ser alineado con la dirección del flujo del viento entrante durante la operación del aerogenerador (10), en donde cuando está así alineada, la góndola define una dirección longitudinal (X), una dirección transversal (Y) y una dirección vertical (Z);
uno o más componentes generadores de calor (22) alojados en el aerogenerador (10); y
un enfriador modular (24) fijado a la góndola (14) y acoplado operativamente al uno o más componentes generadores de calor (22) para enfriar los componentes generadores de calor (22), el enfriador modular (24) que comprende uno o más módulos de enfriamiento (30), cada módulo de enfriamiento (30) que incluye una o más unidades de enfriamiento (32), cada unidad de enfriamiento (32) que comprende además:
un intercambiador de calor (40) que define un área de enfriamiento (38), el área de enfriamiento (38) que define un eje normal (NA); y
una placa deflectora (42) para dirigir el viento entrante a través del intercambiador de calor (40) desviando el flujo del viento entrante en un ángulo que es menor que 180° con relación a la dirección longitudinal (X),
en donde cada una de la una o más unidades de enfriamiento (32) del enfriador modular (24) está orientada de manera que el eje normal (NA) del intercambiador de calor (40) no sea paralelo al eje longitudinal (LA) de la góndola (14).
2. El aerogenerador (10) de la reivindicación 1, en donde el uno o más módulos de enfriamiento (30) incluye una pluralidad de unidades de enfriamiento (32) dispuestas unas adyacentes a otras a lo largo de al menos una de la dirección longitudinal (X), la dirección transversal (Y) y la dirección vertical (Z).
3. El aerogenerador (10) de la reivindicación 1, en donde el enfriador modular (24) incluye una pluralidad de módulos de enfriamiento (30) dispuestos unos adyacentes a otros a lo largo de al menos una de la dirección longitudinal (X), la dirección transversal (Y) y la dirección vertical (Z).
4. El aerogenerador (10) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el intercambiador de calor (74) incluye uno o más paneles de transferencia de calor (75a, 75b).
5. El aerogenerador (10) de la reivindicación 4, en donde el intercambiador de calor (74) incluye una pluralidad de paneles de transferencia de calor (75a, 75b) dispuestos unos adyacentes a otros en la dirección longitudinal (X) de la góndola (14), y en donde la placa deflectora (76) está colocada con relación al intercambiador de calor (74) de manera que el viento entrante se dirija a cada uno de la pluralidad de paneles de transferencia de calor (75a, 75b).
6. El aerogenerador (10) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el intercambiador de calor (40) está orientado de manera que el eje normal (NA) sea sustancialmente paralelo a la dirección vertical (Z).
7. El aerogenerador (10) de cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en donde el intercambiador de calor (94) está orientado de manera que el eje normal (NA) sea sustancialmente paralelo a la dirección transversal (Y).
8. El aerogenerador (10) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde cada unidad de enfriamiento (32) comprende además una primera y segunda paredes laterales (44) situadas en extremos opuestos de la placa deflectora (42), en donde la primera y segunda paredes laterales (44) cooperan con la placa deflectora (42) para dirigir el viento entrante a través del intercambiador de calor (40).
9. Un método para ensamblar un enfriador modular (24) en una góndola (14) de un aerogenerador (10), la góndola (14) que tiene un eje longitudinal (LA) configurado para ser alineado con la dirección del flujo del viento entrante durante la operación del aerogenerador (10), en donde cuando está así alineada, la góndola define una dirección longitudinal (X), una dirección transversal (Y) y una dirección vertical (Z), el método que comprende:
proporcionar uno o más módulos de enfriamiento (30), cada módulo de enfriamiento (30) que incluye una o más unidades de enfriamiento (32), cada unidad de enfriamiento (32) que comprende:
un intercambiador de calor (40) que tiene un área de enfriamiento (38), el área de enfriamiento (38) que define un eje normal (NA); y
una placa deflectora (42);

- unir el uno o más módulos de enfriamiento (30) a la góndola (14) en una orientación de manera que el eje normal (NA) del intercambiador de calor (40) de la una o más unidades de enfriamiento (32) no sea paralelo al eje longitudinal (LA) de la góndola (14); y
- 5 colocar la placa deflectora (42) con relación al intercambiador de calor (40) de la una o más unidades de enfriamiento (32) de manera que el flujo del viento entrante se desvíe en un ángulo que es menor que 180° con relación a la dirección longitudinal (X) para dirigir por ello el flujo del viento entrante a través del intercambiador de calor (40).
- 10 10. El método de la reivindicación 9, en donde el uno o más módulos de enfriamiento (30) incluye una pluralidad de unidades de enfriamiento (32) y el paso de unir la una o más unidades de enfriamiento (32) incluye disponer la pluralidad de unidades de enfriamiento (32) unas adyacentes a otras en una dirección a lo largo de al menos una de la dirección longitudinal (X), la dirección transversal (Y) y la dirección vertical (Z).
- 15 11. El método de la reivindicación 9, en donde el enfriador modular (24) incluye una pluralidad de módulos de enfriamiento (30) y el paso de unir el uno o más módulos de enfriamiento (30) incluye disponer la pluralidad de módulos de enfriamiento (30) unos adyacentes a otros a lo largo de al menos una de la dirección longitudinal (X), la dirección transversal (Y) y la dirección vertical (Z).
- 20 12. El método de cualquiera de las reivindicaciones 9-11, en donde el intercambiador de calor (74) incluye una pluralidad de paneles de transferencia de calor (75a, 75b) y el paso de unir el uno o más módulos de enfriamiento (70) incluye disponer la pluralidad de paneles de transferencia de calor (75a, 75b) unos adyacentes a otros en la dirección longitudinal (X) de la góndola (14), y en donde el paso de colocar la placa deflectora (76) incluye colocar la placa deflectora (76) con relación al intercambiador de calor (74) de manera que el viento entrante se dirija a cada uno de la pluralidad de paneles de transferencia de calor (75a, 75b).
13. El método de cualquiera de las reivindicaciones 9-12, en donde el paso de unir el uno o más módulos de enfriamiento (30) incluye orientar el intercambiador de calor (40) de manera que el eje normal (NA) sea sustancialmente paralelo a la dirección vertical (Z).
- 25 14. El método de cualquiera de las reivindicaciones 9-12, en donde el paso de unir el uno o más módulos de enfriamiento (90) incluye orientar el intercambiador de calor (94) de manera que el eje normal (NA) sea sustancialmente paralelo a la dirección transversal (Y).
15. El método de cualquiera de las reivindicaciones 9-14, que comprende además:
- 30 colocar la primera y segunda paredes laterales (44) en extremos opuestos de la placa deflectora (42), en donde la primera y segunda paredes laterales (44) cooperan con la placa deflectora (42) para dirigir el viento entrante a través del intercambiador de calor (40).
- 35 16. Un enfriador modular (24) para una góndola (14) de un aerogenerador (10), la góndola (14) que tiene un eje longitudinal (LA) configurado para ser alineado con la dirección del flujo del viento entrante durante la operación del aerogenerador (10), en donde cuando está así alineada, la góndola define una dirección longitudinal (X), una dirección transversal (Y) y una dirección vertical (Z), el enfriador modular (24) que comprende:
- uno o más módulos de enfriamiento (30), cada módulo de enfriamiento (30) que incluye una o más unidades de enfriamiento (32), cada unidad de enfriamiento (32) que comprende:
- un intercambiador de calor (40) que tiene un área de enfriamiento (38) que define el eje normal (NA); y
- 40 una placa deflectora (42) para dirigir el viento entrante a través del intercambiador de calor (40) durante la operación del aerogenerador (10) desviando el flujo del viento entrante en un ángulo que es menor que 180° con relación a la dirección longitudinal (X),
- en donde cada una de la una o más unidades de enfriamiento (32) del enfriador modular (24) está configurada para ser orientada de manera que el eje normal (NA) del intercambiador de calor (40) no sea paralelo al eje longitudinal (LA) de la góndola (14) cuando el enfriador modular (24) está fijado a la góndola (14).
- 45 17. El enfriador modular (24) de la reivindicación 16, en donde el uno o más módulos de enfriamiento (30) incluyen una pluralidad de unidades de enfriamiento (32) configuradas para ser dispuestas unas adyacentes a otras a lo largo de al menos una de la dirección longitudinal (X), la dirección transversal (Y) y la dirección vertical (Z).
- 50 18. El enfriador modular (24) de la reivindicación 16, en donde el enfriador modular (30) incluye una pluralidad de módulos de enfriamiento (30) configurados para ser dispuestos unos adyacentes a otros a lo largo de al menos una de la dirección longitudinal (X), la dirección transversal (Y) y la dirección vertical (Z).
19. El enfriador modular (24) de cualquiera de las reivindicaciones 16-18, en donde el intercambiador de calor (74) incluye una pluralidad de paneles de transferencia de calor (75a, 75b) configurados para ser dispuestos unos adyacentes a otros en la dirección longitudinal (X) de la góndola (14).

20. El enfriador modular (24) de cualquiera de las reivindicaciones 16-19, en donde el intercambiador de calor (74) está configurado para ser orientado de manera que el eje normal (NA) sea sustancialmente paralelo a la dirección vertical (Z) o a la dirección transversal (Y).

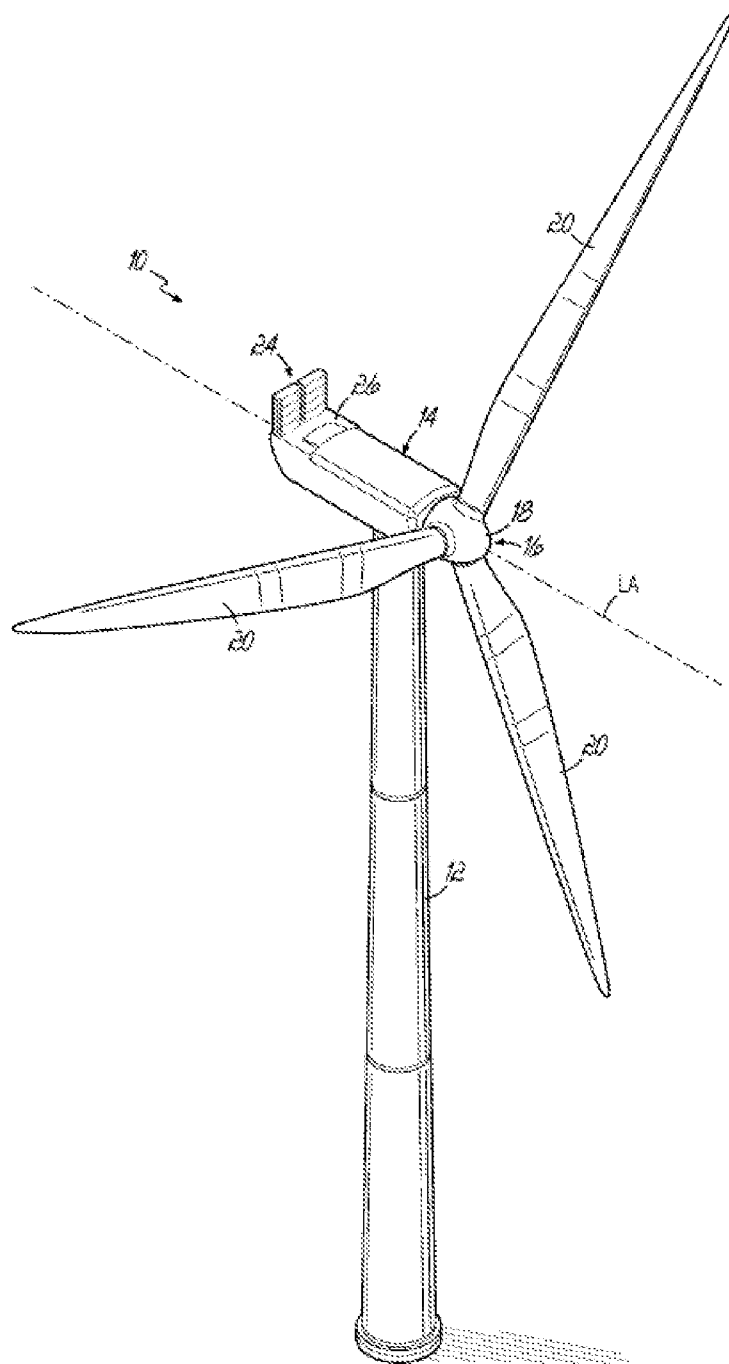


FIG. 1

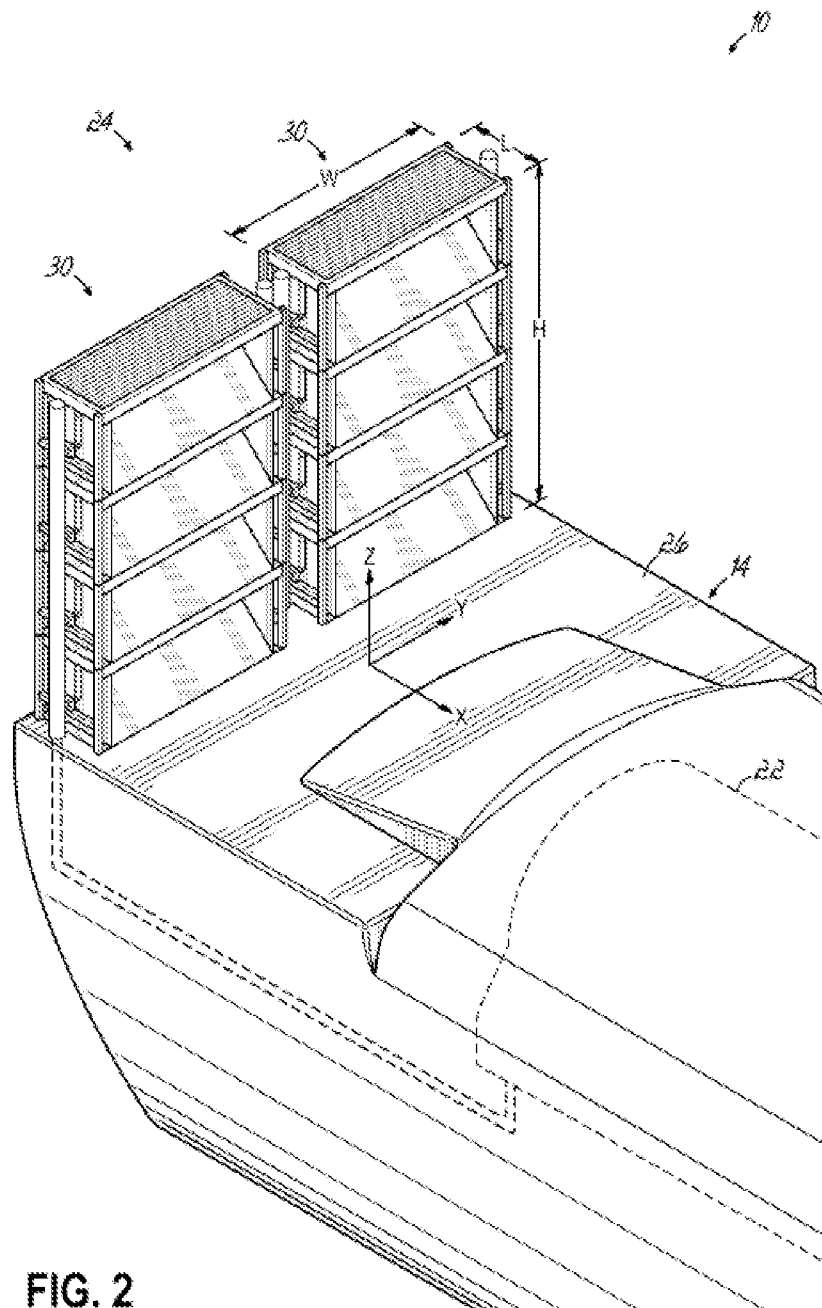


FIG. 2

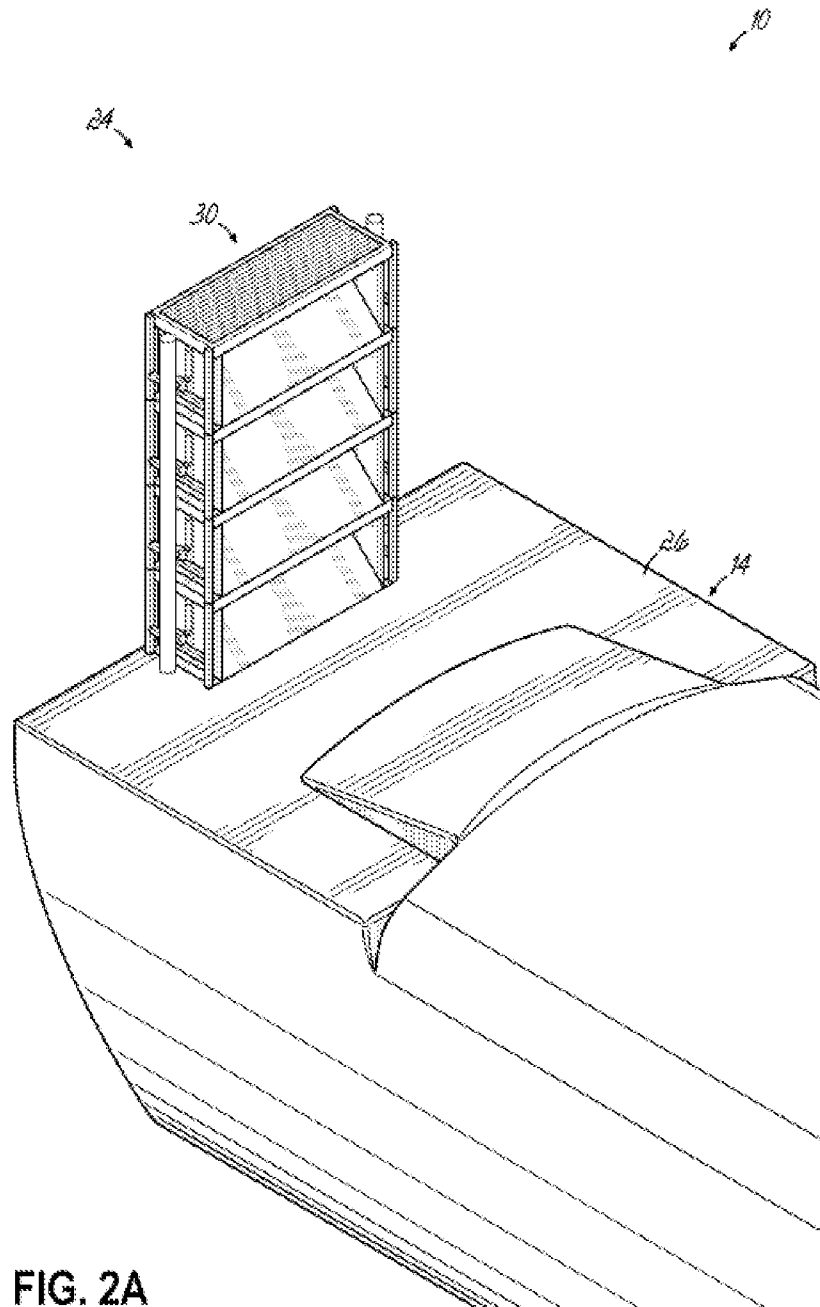


FIG. 2A

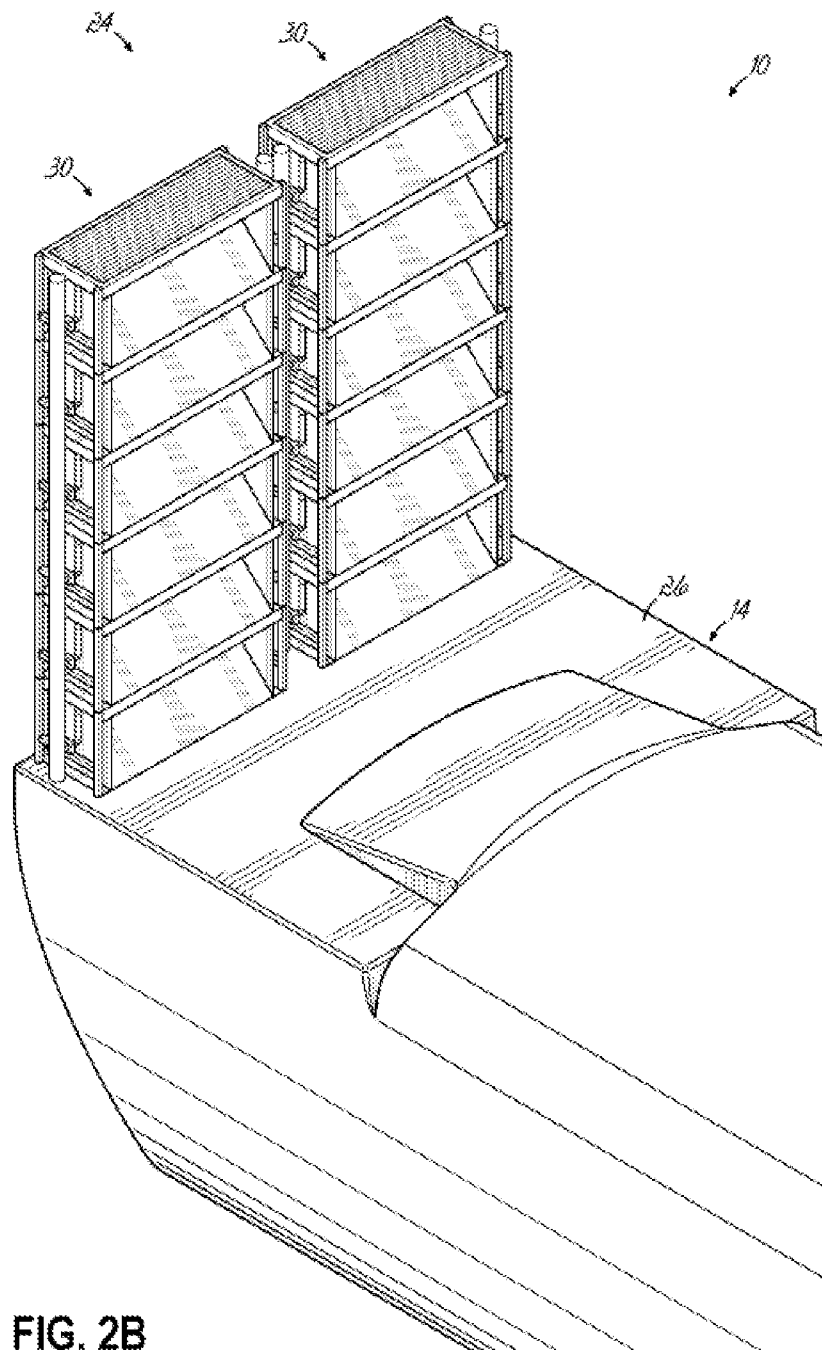


FIG. 2B

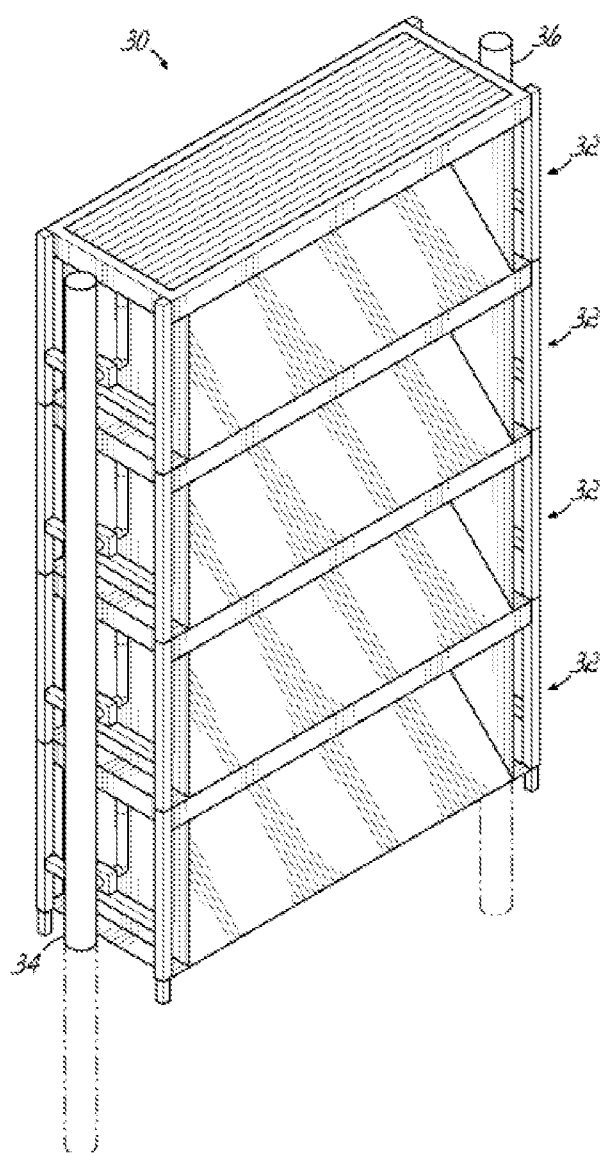


FIG. 3

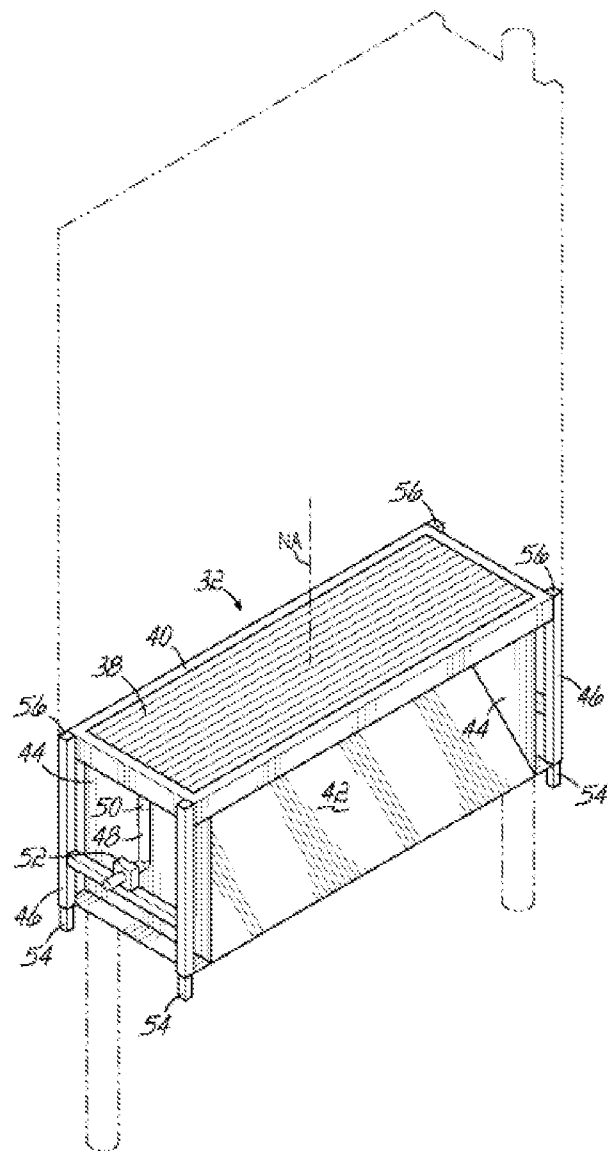
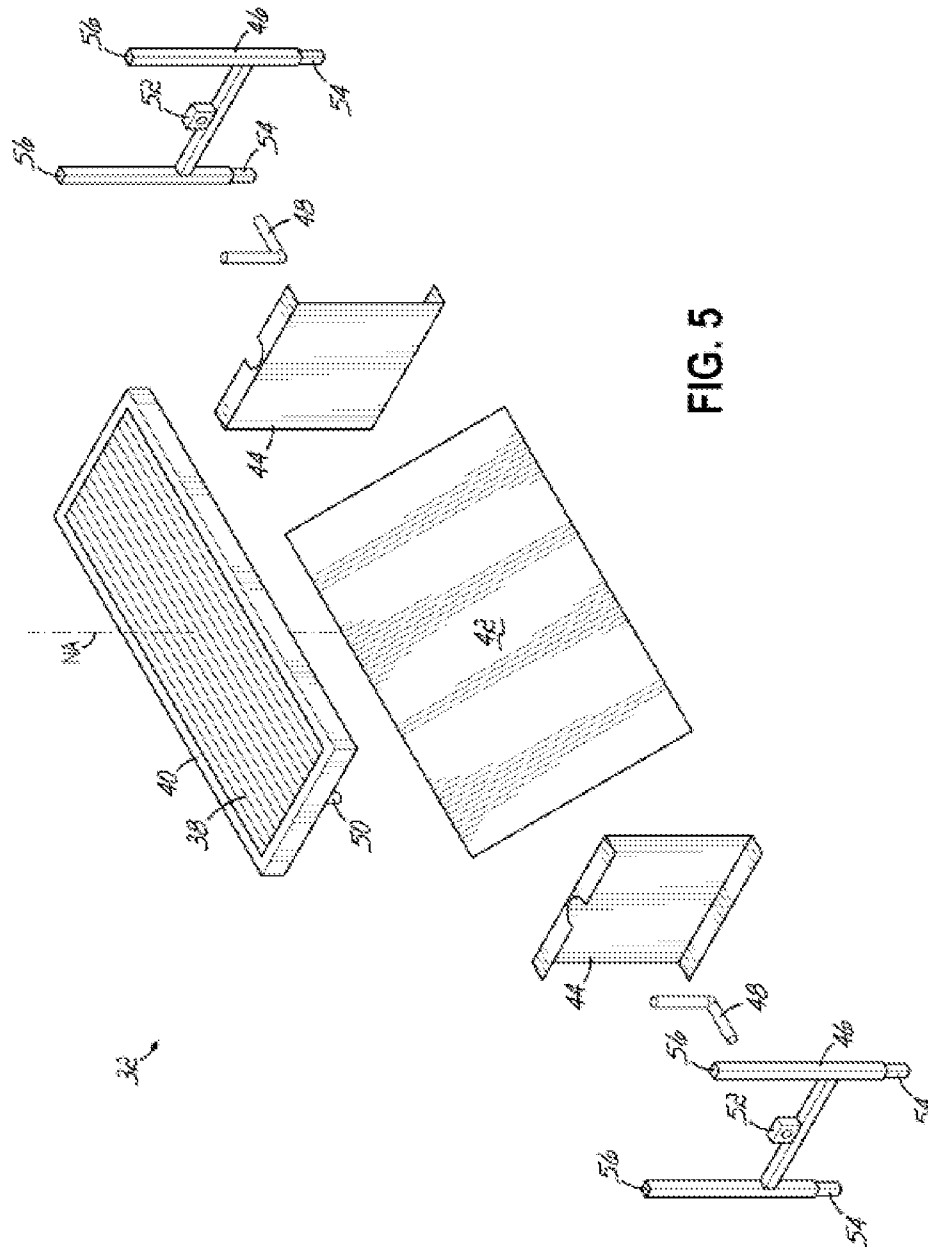


FIG. 4



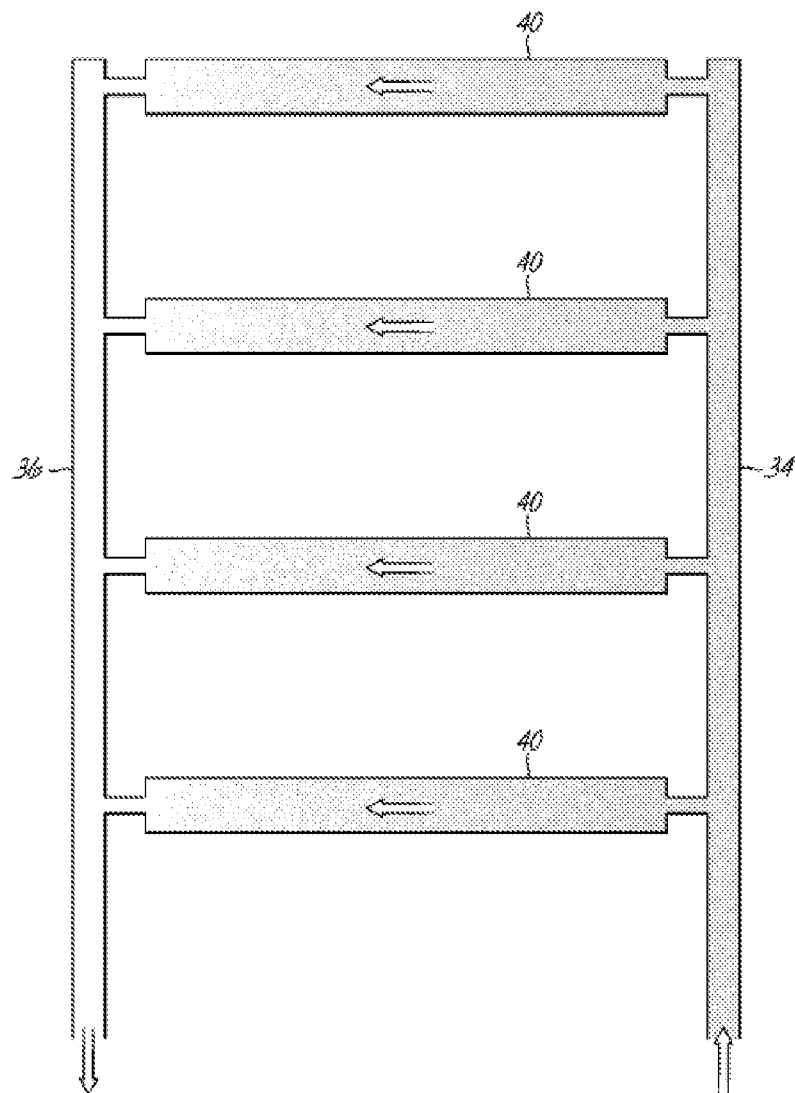


FIG. 6

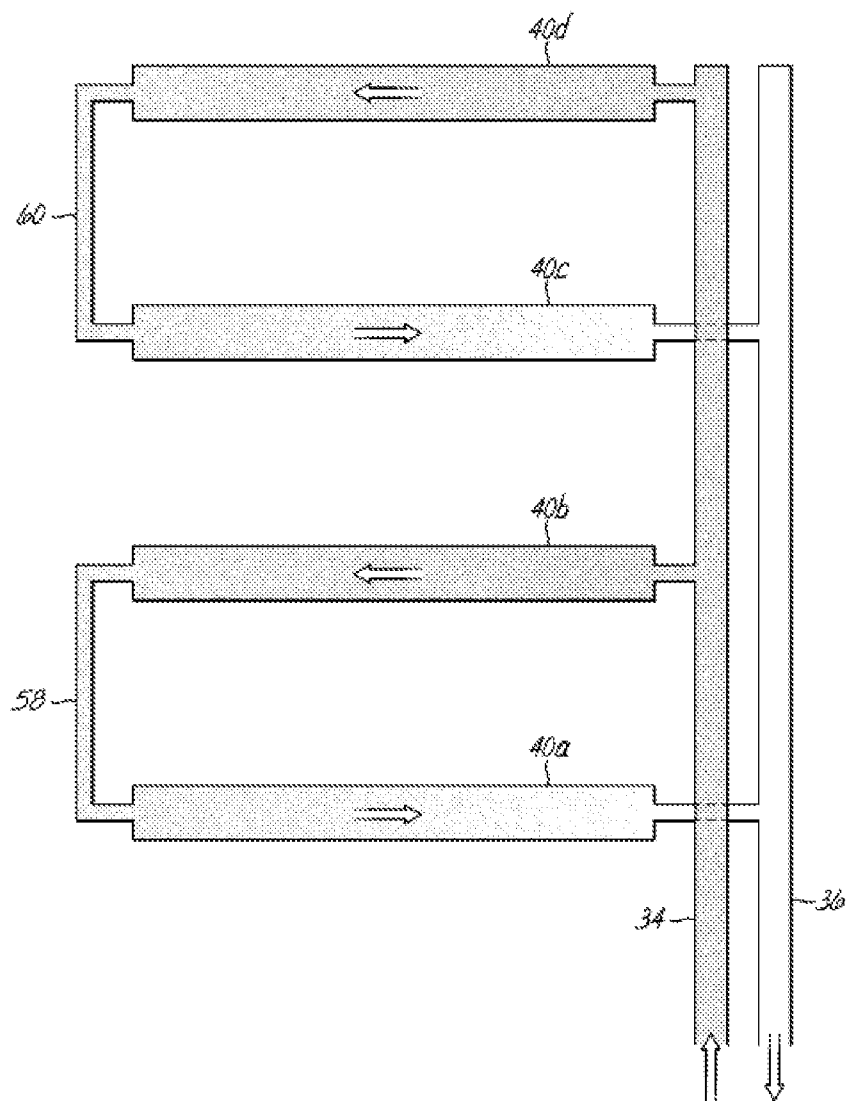


FIG. 6A

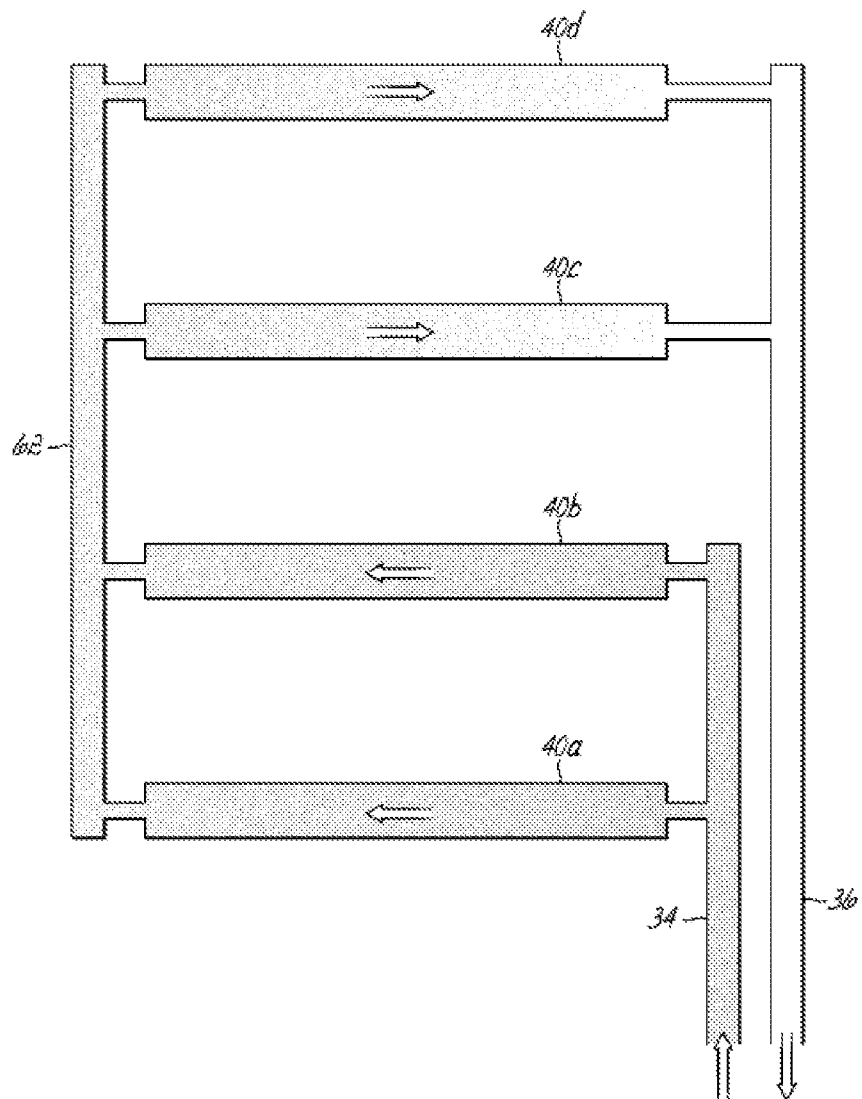


FIG. 6B

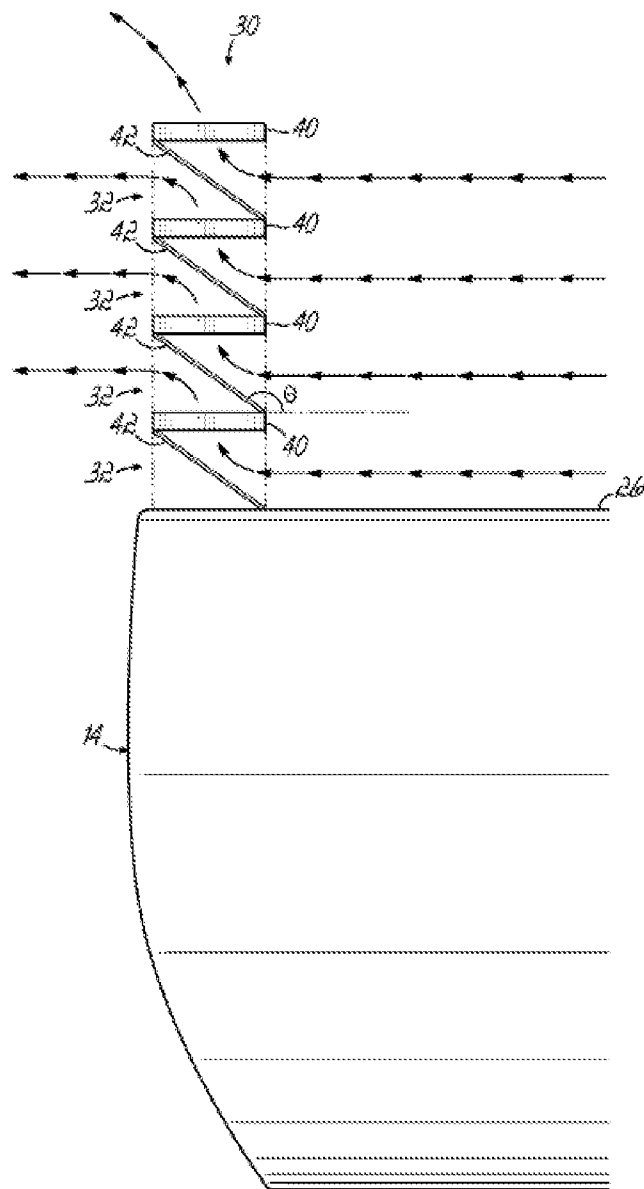


FIG. 7

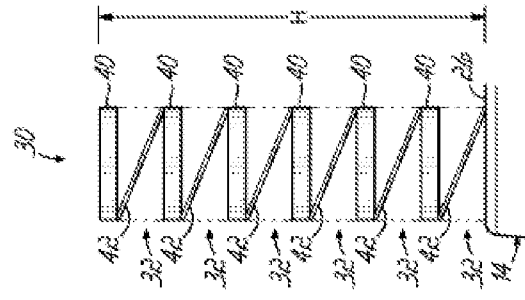


FIG. 8C

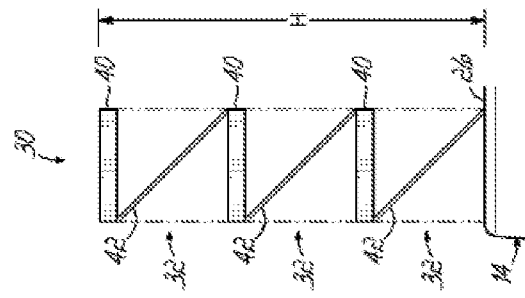


FIG. 8B

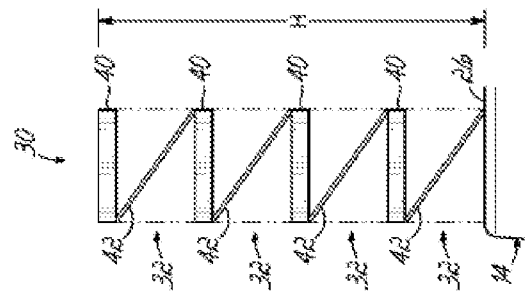


FIG. 8A

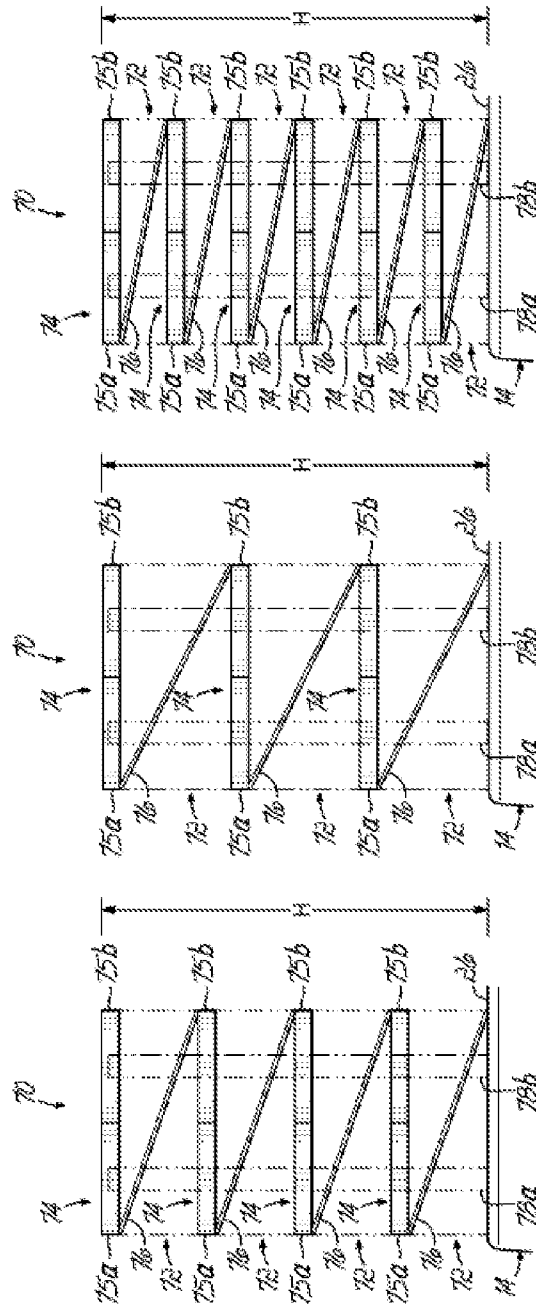


FIG. 9A

FIG. 9B

FIG. 9C

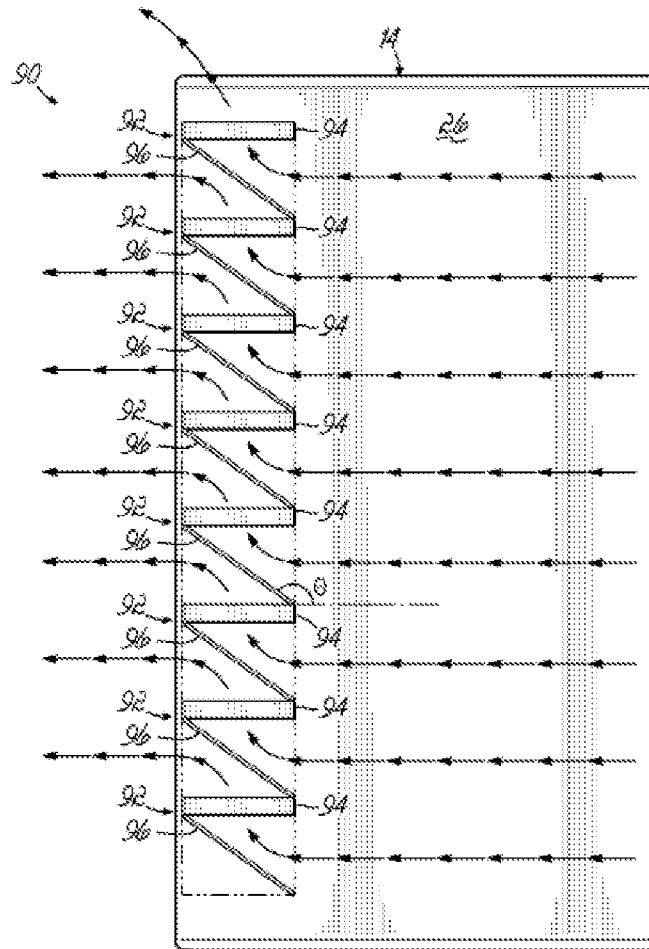


FIG. 10

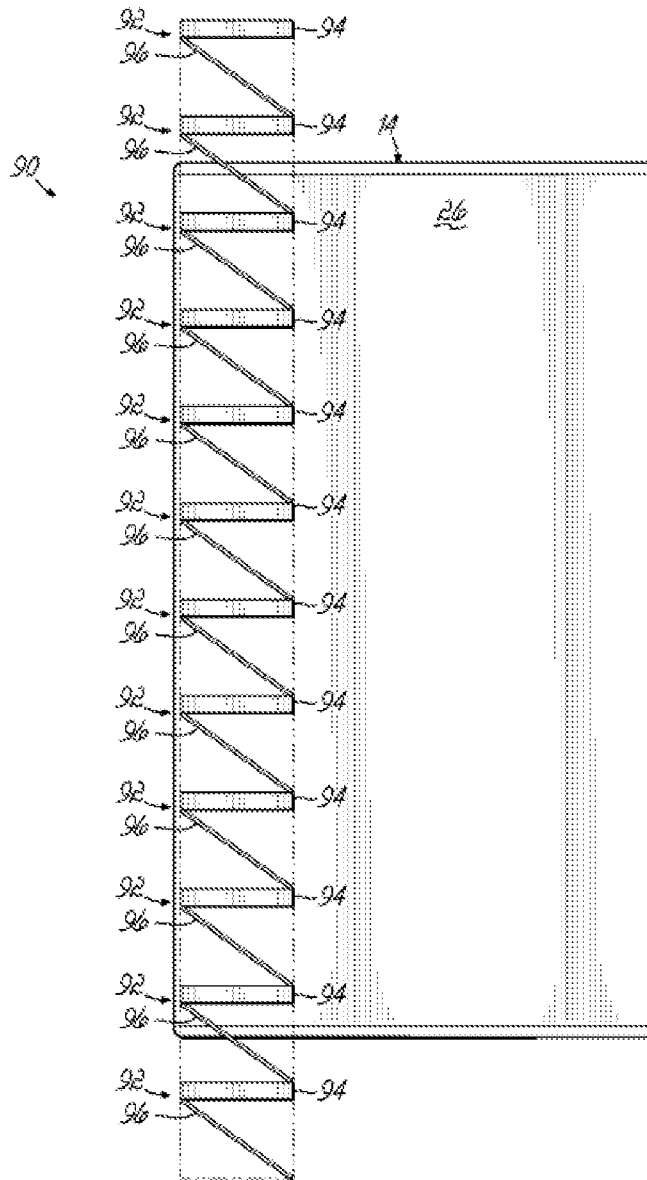


FIG. 10A

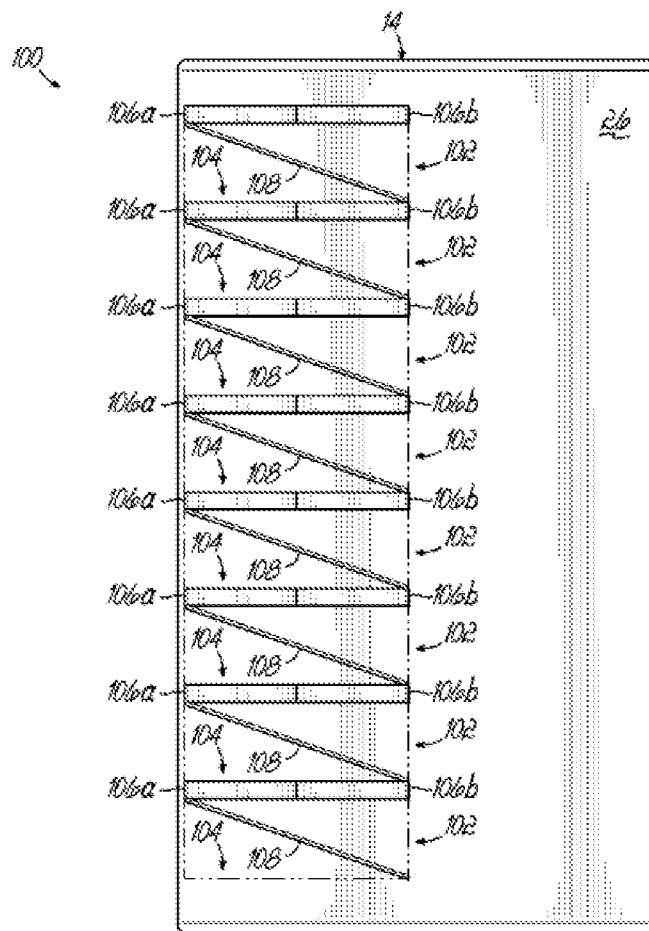


FIG. 10B

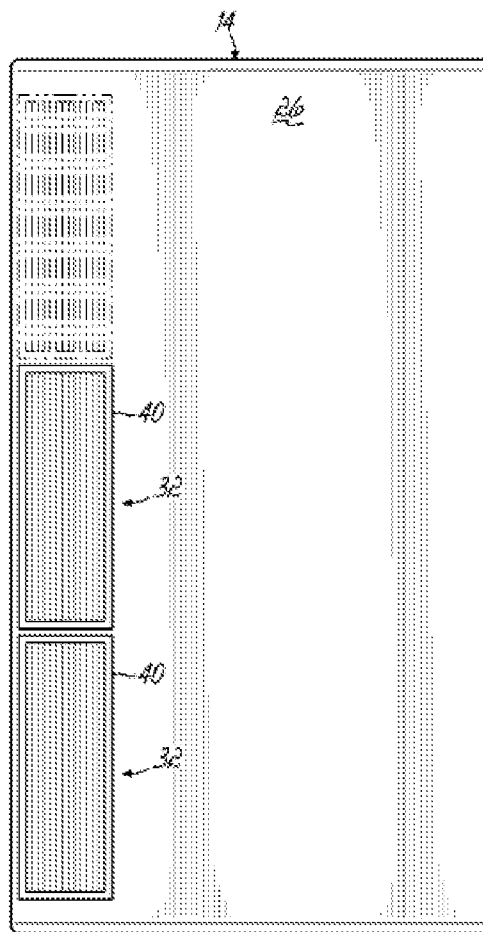


FIG. 11A

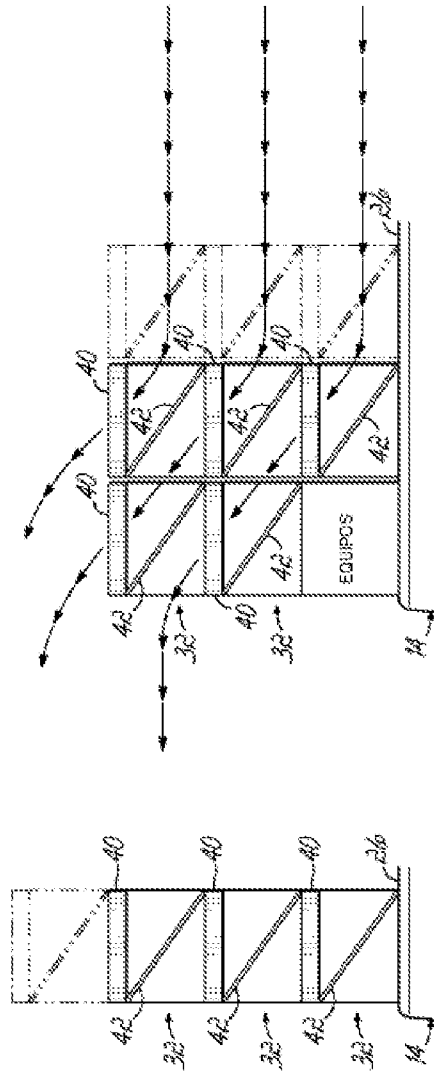


FIG. 11C

FIG. 11B

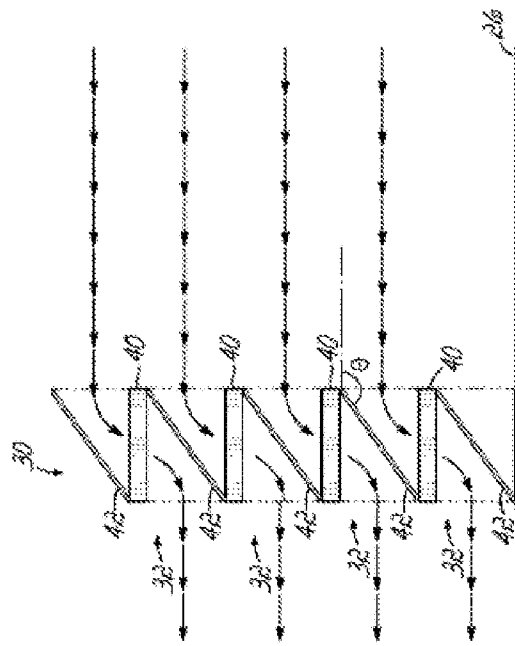


FIG. 12

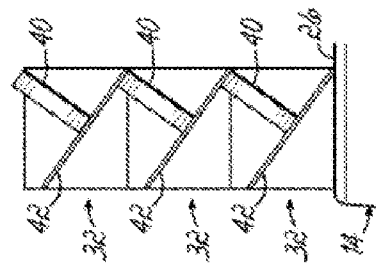


FIG. 13