(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 569 109**

(51) Int. CI.:

F28B 1/06 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.01.2013 E 13708237 (6)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.02.2016 EP 2802829**

(54) Título: **Sistema de refrigeración**

(30) Prioridad:

12.01.2012 HU P1200021

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.05.2016

(73) Titular/es:

GEA EGI ENERGIAGAZDÁLKODÁSI ZRT. (100.0%)
Irinyi József u. 4-20 Science Park "B" épület VI-VIII. em.
1117 Budapest, HU

(72) Inventor/es:

SZABÓ, ZOLTÁN y
DANCSULY, ANDRÁS

(74) Agente/Representante:

DURÁN MOYA, Carlos

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema de refrigeración

SECTOR TÉCNICO

La presente invención se refiere a sistemas de refrigeración por aire seco y sistemas de refrigeración seco-húmedo, en procesos en plantas industriales y de generación de energía. La invención puede ser utilizada en principio para la refrigeración de unidades de gran capacidad, en especial en torres de refrigeración por tiro natural.

TÉCNICA ANTERIOR

En los sistemas de refrigeración por aire, el proceso de eliminación del calor se lleva a cabo mediante transferencia por convección del calor mediante el aire del medio ambiente a través de conjuntos de intercambiadores de calor por superficie. Esto requiere una gran superficie de refrigeración por aire incluso en el caso de procesos de tamaño medio o de grupos de plantas de generación de energía.

Una técnica utilizada desde hace mucho tiempo para reducir el espacio en planta (área de asentamiento) de los refrigeradores por aire y de las torres de refrigeración en seco, es no disponer los conjuntos de refrigeración por aire adyacentes entre sí en un solo plano, es decir, perpendicular a la dirección original del flujo de aire, sino disponer dichos conjuntos en ángulos considerablemente menores de 180º (por ejemplo, de 60º) unos con respecto a los otros. De este modo, la cara frontal de los conjuntos de refrigeración por aire (columnas) está dispuesta en un ángulo menor que la perpendicular a la dirección original del flujo de aire de refrigeración. Por consiguiente, la cara frontal y la superficie de los refrigeradores por aire en un espacio en planta determinado o alrededor de un diámetro determinado se puede incrementar de manera satisfactoria, dentro de ciertos límites.

Hasta el momento se han desarrollado diversas disposiciones, sin embargo, en el caso de refrigeradores por aire de gran capacidad o incluso de capacidad media, se aplica casi exclusivamente la disposición antes mencionada de refrigeración por aire de un flujo de aire “plegado” (realiza un doble acodamiento), independientemente del hecho de si los refrigeradores están dispuestos horizontalmente o verticalmente, o de si es una refrigeración por aire directa o indirecta.

Como resultado de la disposición de “plegado” de los refrigeradores por aire tienen múltiples superficies en forma de V o de A (es decir, tienen secciones triangulares), que aumentan de forma significativa la cara frontal de los refrigeradores de aire dispuestos en un espacio en planta determinado, es decir, aumentan la capacidad de enfriamiento de la torre de refrigeración.

Una disposición eficiente conocida para la refrigeración por aire es la aplicada en el denominado sistema Heller. Las unidades constructivas de los refrigeradores por aire, en lo que se refiere a sus secciones transversales respectivas perpendiculares a la dirección longitudinal, consisten en dos columnas de refrigeración dispuestas en un ángulo α = de 40º a 60º una con respecto a la otra, como las patas de un triángulo isósceles en el que el tercer lado está abierto (opcionalmente dispuesto con obturadores) para el aire de refrigeración entrante. Estos denominados “deltas” de refrigeración se han venido utilizando desde los años 50 (ver, por ejemplo, en la literatura: Balogh, A., Szab6 Z., Sistema Heller avanzado para la mejora de la economía de la generación de energía, EPRI Conferencia sobre tecnologías/estrategias avanzadas de refrigeración, Junio 2005, Sacramento, CA) y esta disposición conocida se muestra en las figuras 1 a 3. Los deltas -11- de refrigeración mostrados en una vista superior en las figuras 1 y 2 y en una vista tridimensional en la figura 3, están dispuestos verticalmente en los sistemas de la técnica anterior a lo largo de una trayectoria -10- que tiene la forma de un círculo (o de un polígono que se aproxima a un círculo). La trayectoria -10- sigue habitualmente el perímetro de la base de la torre de refrigeración. Según la invención, trayectoria se refiere a la traza definida por puntos respectivos en posiciones idénticas de los deltas de refrigeración formados de forma esencialmente idéntica. La totalidad de la superficie de refrigeración por aire está constituida por los deltas de refrigeración -11-. El aire de refrigeración presenta una trayectoria del flujo con un único plegado, indicado mediante flechas en la vista superior, siguiendo la forma geométrica de los deltas de refrigeración individuales. El flujo del aire de refrigeración es impulsado por medio de una torre de tiro natural colocada sobre la disposición o por medio de ventiladores dispuestos en un plano vertical en el lado interior o en el lado exterior.

La demanda siempre creciente de capacidad de refrigeración para los grupos de las plantas de generación de energía como resultado de la demanda del aumento de tamaño de los grupos y para alcanzar temperaturas de condensación cada vez más bajas o una temperatura del agua de refrigeración a una temperatura exterior determinada, constituye un reto creciente para los fabricantes de los sistemas de refrigeración por aire. Estos retos pueden ser superados mediante la disminución del ángulo de los deltas de refrigeración y mediante el incremento de sus longitudes respectivas (un caso básico de esto lo proporciona el apilado de refrigeradores por aire independientes uno encima del otro en una disposición en pisos, tal como se da a conocer, por ejemplo, en el documento U.S.A. 3.434.529, o posteriormente en el documento U.S.A. 2010/276129 A1) solamente hasta un cierto límite, de tal modo que se evitan costes adicionales y la disminución del rendimiento producidos por el empeoramiento de la tecnología térmica y por problemas constructivos. En el caso de la técnica actual, en las

plantas nucleares de generación de energía de alta capacidad, se requieren hasta tres o cuatro torres de refrigeración por aire de tiro natural para un solo grupo de la planta motriz, para que el sistema de refrigeración seco o seco/húmedo sea competitivo en lo que se refiere al rendimiento con la refrigeración en húmedo que, en todo caso, tiene un consumo de agua considerablemente más elevado, es decir, es ambientalmente menos deseable. Este número de torres de refrigeración puede ocasionar graves problemas, especialmente en el caso de instalaciones de plantas nucleares de generación de energía de múltiples unidades en lo que se refiere a su emplazamiento; además, el rendimiento podría asimismo verse afectado negativamente por la interferencia entre las torres. El documento GB 971 480 da a conocer un condensador refrigerado por aire que tiene deflectores de refrigeración dispuestos en zigzag en sección transversal horizontal.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

Un objetivo de la presente invención es dar a conocer una disposición de refrigeración por aire eficiente en la utilización del espacio (es decir, un intercambiador de calor para un medio que debe ser refrigerado por el aire ambiente), que es eficiente en energía y en costes y que al mismo tiempo permite explotar las posibilidades de la nueva disposición.

Se ha descubierto que disponiendo los deltas utilizados actualmente con una sección transversal en V o en A para formar grupos con trayectorias rectas, uniéndolos entre sí de una manera en zigzag, y disponiendo a continuación estos grupos en ángulo uno con respecto al otro, se puede conseguir un gran delta de refrigeración. La totalidad de la superficie de refrigeración por aire se consigue mediante la multiplicación adicional de estos segmentos de refrigeración por aire, denominados en adelante en esta descripción “unidades delta complejas”. En consecuencia, el flujo del aire de refrigeración inicialmente “con un solo plegado” se convierte en un flujo de aire “con un plegado doble”.

El objetivo ha sido conseguido mediante el sistema de refrigeración según la reivindicación 1. Las realizaciones preferentes están definidas en las reivindicaciones dependientes.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Las realizaciones preferentes de la invención se describen a continuación a modo de ejemplo haciendo referencia a los dibujos siguientes, en los que

la figura 1 es una vista superior de una disposición de refrigeración por aire consistente en los deltas de la técnica anterior dispuestos a lo largo de una trayectoria circular,

la figura 2 es una vista superior, parcial, de los deltas de refrigeración de la figura 1 formados mediante columnas de refrigeración por aire dispuestas en ángulo unas con respecto a las otras,

la figura 3 es una vista, en perspectiva, de un detalle de la disposición de refrigeración en delta según la figura 1,

la figura 4 es una vista superior de un sistema de refrigeración por aire según una realización preferente,

la figura 5 muestra un detalle de la disposición de refrigeración por aire según la figura 4,

la figura 6 es una vista, en perspectiva, de las unidades delta complejas según la figura 4 que generan un flujo de aire con doble plegado, formadas por los deltas de refrigeración,

la figura 7 es una vista superior de otra realización preferente que comprende deltas de refrigeración dispuestos horizontalmente,

la figura 8 es un detalle de la disposición según la figura 7, que es una vista superior de los grupos de deltas de refrigeración dispuestos horizontalmente y de las unidades deltas complejas verticales compuestas por los mismos,

la figura 9 es una vista lateral de un detalle del grupo en la disposición según la figura 7,

la figura 10 es una vista, en perspectiva, de las unidades delta complejas de la disposición según la figura 7,

la figura 11 es una vista superior esquemática del obturador auxiliar dispuesto en el lado de entrada del aire de los deltas de refrigeración,

la figura 12 es una vista superior, esquemática, del obturador dispuesto en el lado de entrada del aire de las unidades delta complejas de refrigeración,

la figura 13 es una vista superior esquemática del obturador dispuesto en el lado de entrada del aire de las unidades delta complejas de refrigeración complementado por un obturador auxiliar,

la figura 14 es una posible disposición esquemática de los refrigeradores de vértice, las celdas húmedas y/o las celdas de vértice de refrigeración/precalentamiento,

la figura 15 es una vista superior de una disposición según la invención complementada mediante deflectores de frenado del viento,

la figura 16 es una vista superior de una disposición según la invención complementada mediante elementos de frenado del viento.

MODOS DE LLEVAR A CABO LA INVENCIÓN

Los sistemas de refrigeración en seco o seco/húmedo que constituyen el proceso de eliminación del calor (tanto mediante refrigeración del medio como por condensación) comprenden generalmente refrigeradores del aire de tubos con aletas, un sistema de tuberías para distribuir/recoger el medio a refrigerar (o a condensar), y un dispositivo para el movimiento del aire de refrigeración por tiro natural o mecánico. Los refrigeradores por aire se componen de unidades denominadas columnas de refrigeración, cada una de las cuales tiene su propia cámara de entrada/salida, formando dos de dichas columnas de refrigeración dispuestas en ángulo, un delta de refrigeración que generará un flujo con un plegado del aire de refrigeración.

La figura 4 muestra una disposición de refrigeración por aire según la invención, que realiza un flujo de aire con un doble plegado, mientras que la figura 5 muestra un detalle de la misma en una vista superior con flechas que indican el flujo de aire. En el sistema de refrigeración según la invención, unos deltas verticales -21- dispuestos de forma adyacente, que son enfriados por el aire de refrigeración, están dispuestos en grupos -22-. Los deltas de refrigeración -21- de un grupo -22- están dispuestos para tener prácticamente la misma orientación, definiendo una sección de una trayectoria -24- prácticamente recta (como máximo ligeramente inclinada). Las secciones -24- respectivas de la trayectoria de los grupos adyacentes -22- forman una trayectoria en zigzag que comprende ángulos alternos a lo largo de la trayectoria. En esta realización preferente la trayectoria en zigzag forma una configuración cerrada en forma de estrella.

En el flujo de aire de refrigeración con doble plegado mostrado en la figura 5, ambos flujos con plegado están en el mismo plano de acuerdo con la disposición vertical de los deltas de refrigeración -21- y de las unidades delta complejas -23-. Preferentemente, cerca del nivel del suelo unas tuberías horizontales de distribución suministran a las unidades delta complejas -23- el medio que debe ser refrigerado o condensado. Las tuberías de recogida son asimismo horizontales, dependiendo de la conexión del lado del medio de los intercambiadores de calor de la refrigeración por aire, y están dispuestas paralelas a las tuberías de distribución cerca del nivel del suelo, o en los extremos superiores de los deltas de refrigeración -21- alineadas verticalmente.

De la manera que se observa en la figura 5, los pares de grupos adyacentes -22- forman unidades delta complejas -23- que están abiertas en la dirección de entrada del aire de refrigeración. Las secciones -24- de la trayectoria de los grupos -22- que forman las unidades delta complejas -23- están dispuestas entre sí en un ángulo -β-.

La multiplicidad de unidades delta complejas mostradas en la vista de la figura 6 puede ser realizada en un solo plano, horizontalmente, o más preferentemente, en la disposición según la realización preferente representada verticalmente a lo largo de un arco, elipse o cualquier combinación de los mismos con secciones rectas, lo que proporciona una vista desde arriba en forma de estrella.

Las unidades delta complejas dispuestas verticalmente pueden tener diversas formas. En el caso según las figuras 4 a 6, los tubos de los deltas de refrigeración que contienen el medio a refrigerar están orientados verticalmente. En consecuencia, las tuberías de distribución y de recogida de las unidades delta complejas son forzosamente horizontales.

En otro caso, tal como el presentado por las figuras 7 a 10, los deltas de refrigeración que forman las unidades delta complejas, están dispuestos casi horizontalmente, es decir, la dirección de los tubos del medio que debe ser enfriado en los deltas de refrigeración difiere de la horizontal solamente en unos pocos grados, los precisos para el vaciado. En este caso, las tuberías -35- de distribución y de recogida del medio que debe ser refrigerado de las unidades delta complejas, son verticales.

La trayectoria en zigzag -30- mostrada en la figura 7 se caracteriza por la disposición de los grupos -32-, es decir, de los paneles formados por deltas de refrigeración horizontales -31- (figura 9) que tienen un ángulo de abertura -δ-. Los deltas de refrigeración -31- están dispuestos en grupos -32-, que por parejas forman las unidades delta complejas -33- orientadas verticalmente, mostradas en la figura 8. Las secciones -34- de la trayectoria características de los grupos -32- en las unidades delta complejas -33- forman un ángulo -γ- unas con otras en una vista superior. En la figura 10 se muestra la disposición con una vista, en perspectiva, de las unidades delta complejas -33- verticales que realizan un doble plegado del flujo de aire, y están formadas por deltas de refrigeración -31- dispuestos horizontalmente.

En esta realización se genera asimismo un flujo de aire de refrigeración con un doble plegado, sin embargo, como los deltas de refrigeración -31- están dispuestos horizontalmente y las unidades delta complejas -33- están orientadas verticalmente, los flujos de aire que realizan el doble plegado son generados en planos perpendiculares entre sí.

Los dispositivos de refrigeración por aire formados tal como se ha indicado anteriormente, aumentan considerablemente (de un 20 a un 40%) la superficie del intercambiador de calor que se puede instalar en un espacio en planta determinado y con ello asimismo la capacidad de refrigeración, disminuyendo de este modo el número de torres de refrigeración necesarias para la eliminación del calor de grandes unidades y, en consecuencia, la magnitud de cualquier posible interferencia perjudicial entre las torres de refrigeración. Además, esta disposición disminuye la resistencia a la fluencia del medio a refrigerar ya que la velocidad del medio disminuye mediante el aumento del número de columnas de refrigeración. Este efecto favorable se encuentra especialmente presente en el caso de unidades delta complejas verticales constituidas por deltas horizontales de refrigeración.

Mediante el aprovechamiento de la disposición de las unidades delta complejas existe la oportunidad de utilizar soluciones que pueden disminuir los costes de ciertas instalaciones (por ejemplo, tuberías de distribución del medio a refrigerar, construcción de las torres de refrigeración y sus fundamentos, obturadores), que pueden disminuir el efecto del viento y pueden mejorar la resistencia de la torre de refrigeración al tiempo invernal.

En el caso de los sistemas de refrigeración que funcionan a temperaturas considerablemente por debajo del punto de congelación, puede ser necesario disponer obturadores que regulen (o que bloqueen totalmente) la entrada del aire de refrigeración. La disposición según la invención permite asimismo una construcción de obturadores variables especialmente ventajosa. La figura 11 muestra una estructura conocida, *per se*, en la que las persianas están montadas sobre deltas de refrigeración individuales -11- en el lado de entrada del aire. Estas persianas convencionales pueden ser utilizadas como adición a las nuevas posibilidades de que se dispone por medio de la disposición según la presente invención; por consiguiente, dichas persianas se denominan persianas individuales -40-.

En la realización preferente según la figura 12, un obturador -41- que está adaptado para regular el flujo del aire de refrigeración, está dispuesto en el lado de entrada de las unidades delta complejas -23-. Aprovechando la presencia de las unidades delta complejas -23-, los obturadores -41- están dispuestos solamente en dichas unidades delta complejas -23- en vez de en cada delta individual de refrigeración -21-, mediante lo cual la superficie a obturar así como el número de accionamientos de los obturadores se reduce de forma considerablemente, reduciendo de este modo todavía más los costes respectivos.

Debido a la mayor distancia entre las superficies del intercambiador de calor y el obturador -41- de regulación del flujo de aire, las superficies del intercambiador de calor tendrán una carga de aire más equilibrada en el espacio de aire mayor que se origina de este modo, reduciendo con ello el riesgo de cualquier posible congelación local en tiempo extremadamente frío.

Las láminas de la persiana de las unidades delta complejas -23- pueden estar orientadas horizontalmente o verticalmente. Los sectores de obturación correspondientes a cada unidad delta compleja -23- pueden estar divididos en sub-sectores en la dirección de la altura o de la anchura para evitar dimensiones demasiado grandes. La división en la dirección de la altura permite el funcionamiento independiente de los sub-sectores, por ejemplo, el cierre completo en las alturas inferiores mientras que los sectores superiores están abiertos parcialmente. Esto tiene un significado especial para disminuir el riesgo de heladas en instalaciones extraordinariamente frías.

Una disposición con una función de obturación adecuada asimismo para disminuir los efectos perjudiciales del viento puede estar constituida de la manera que se muestra en la figura 13, en la que el obturador -41- está situado alejado de los extremos exteriores de las unidades delta complejas -23- con una cierta separación, de tal modo que un obturador auxiliar -42- está dispuesto entre el obturador -41- y el extremo exterior de las respectivas unidades delta complejas -23-. No es preciso disponer dicho obturador auxiliar -42-, que puede ser cerrado y controlado, en cada unidad delta compleja -23-, es suficiente tener un obturador auxiliar -42- dispuesto cada dos, tres o incluso cuatro unidades delta complejas -23-. En vez de tener los obturadores auxiliares -42- dispuestos en las unidades delta complejas -23- intermedias, pueden estar dispuestos asimismo deflectores porosos, es decir, parcialmente permeables. Mediante el ajuste de la apertura del obturador auxiliar -42-, se pueden reducir más los efectos del viento. Aumentando el espacio formado por la unidad delta compleja -23- y el obturador -41- correspondiente, se consigue que la carga sobre las superficies de refrigeración por aire esté más equilibrada.

En el caso de zonas más frías es más favorable utilizar las soluciones de persiana y obturador de las figuras 11 y 12 (o las de las figuras 11 y 13) conjuntamente. La disposición de persiana según la figura 11 puede ser acoplada con un sector de obturación dispuesto entre los vértices interiores de las unidades delta complejas -23-. Esta disposición facilita el precalentamiento de las superficies de refrigeración por aire al volver a ponerlas en marcha en instalaciones extremadamente frías.

La colocación de refrigeradores de vértice, de precalentadores o de celdas húmedas en las torres de tiro natural forma parte de la tecnología conocida, una de cuyas soluciones se da a conocer en el documento EP 0 220 607 A1. Se debe destacar que las disposiciones en forma de estrella según la presente invención que proporcionan un flujo que realiza un doble plegado tal como se muestra en las figuras 4 a 6 y en las figuras 7 a la 10, proporcionan asimismo en general una posibilidad especialmente favorable para la colocación de refrigeradores de vértice que mejoran el rendimiento, de celdas húmedas y/o de celdas de vértice de refrigeración/precalentamiento. En estos casos, se requiere un canal de aire independiente de los refrigeradores principales y que pueda ser cerrado mediante un obturador independiente de entrada para proporcionar aire de refrigeración a los mismos.

Las celdas -50'- están dispuestas preferentemente, a modo de ejemplo, en los segmentos del espacio de la esquina de forma triangular definidos por las unidades delta complejas -23-, -33- adyacentes. Unas celdas -50- algo más grandes pueden estar conectadas preferentemente mediante medios de canales de aire formados de manera adecuada, a dos unidades delta complejas -23-, -30- correspondientes, tal como se muestra en la figura 14.

Las disposiciones con celdas pueden ser ventajosas principalmente en el caso de un intercambio de calor húmedo moderado complementario para intensificar la capacidad en verano. Si se requiere una refrigeración húmeda complementaria más intensa, entonces las celdas de refrigeración húmeda pueden estar dispuestas tanto en un círculo continuo completo como en la parte central de la torre en una disposición rectangular o circular que cubra un área mayor. Las celdas complementarias exclusivamente húmedas pueden estar dispuestas asimismo en el exterior de la torre de refrigeración en seco.

Los obturadores apropiadamente formados y regulados pueden facilitar la disminución del efecto negativo del viento. El obturador -41- puede estar formado de láminas de obturación colocadas horizontalmente o verticalmente. En una solución ventajosa para disminuir el efecto del viento de las láminas obturadoras verticales utilizadas en las unidades delta complejas -23-, -33-, las láminas de obturación abiertas giran desde la línea central del sector de obturación, si se observa desde el exterior, en la dirección de cierre, contrarias una a la otra, hacia la línea del borde frente a la unidad delta compleja (las láminas obturadoras del lado derecho giran en el sentido de las agujas del reloj mientras que las del lado izquierdo giran en el sentido contrario a las agujas del reloj). En este caso, el obturador se compone de láminas obturadoras orientadas perpendicularmente a la trayectoria, girando dichas láminas de obturación en la dirección de cierre guiando el aire de refrigeración hacia el grupo delta de refrigeración más próximo. Mediante la desviación parcial de los sectores obturadores bajo la influencia el efecto de aspiración del viento en la dirección de cierre, la carga del aire de los segmentos opuestos al viento, o detrás del viento, puede ser más equilibrada.

Por medio de las unidades delta complejas que se componen de deltas de refrigeración y realizando un flujo de aire con un doble plegado, aparece un efecto favorable para los sectores globales de presión y velocidad alrededor de la torre de refrigeración, dentro de unos intervalos determinados de la velocidad del viento. El flujo de aire lateral que afecta a la torre de refrigeración producirá un efecto de aspiración local disminuyendo la capacidad de la torre de refrigeración. La configuración en forma de estrella provocará turbulencias que perturbarán este flujo lateral, disminuyendo de esta forma el efecto de aspiración.

Para favorecer y estabilizar una distribución favorable de la presión y el sector de velocidad alrededor de la torre de refrigeración, principalmente en instalaciones sometidas a un fuerte viento, es preferente utilizar deflectores de frenado del viento. Las disposiciones de refrigeración por aire en forma de estrella que realizan un flujo de aire con un doble plegado proporcionan una posibilidad preferente para incluir medios de reducción del efecto del viento. Existen diversos modos previstos para la colocación de elementos radiales de frenado del viento. A modo de ejemplo, pueden estar dispuestos en los extremos que sobresalen de los intercambiadores de calor, dispuestos en una configuración en forma de estrella, y dependiendo de la dimensión radial, no necesariamente en cada vértice sino distribuidos regularmente a lo largo del perímetro. La trayectoria en zigzag mostrada en la figura 15 forma asimismo una configuración cerrada en forma de estrella, y tiene, por lo menos en algunos de sus vértices, dispuestos verticalmente, unos deflectores -51- que frenan el viento, que sobresalen en la dirección radial externa, que tienen preferentemente unas superficies parcialmente perforadas. Los deflectores -51- que frenan el viento pueden ser asimismo placas enteras, sin embargo, un efecto más ventajoso lo proporcionan los deflectores porosos, es decir, deflectores perforados parcialmente, permeables al aire. La solución más efectiva se consigue cuando los deflectores -51- que frenan el viento tienen una permeabilidad al aire que aumenta progresivamente partiendo de las partes más distantes radialmente de la torre de refrigeración hacia los intercambiadores de calor. Dependiendo de la dimensión respectiva de la dirección radial, la utilización de un solo deflector -51- que frene el viento puede ser suficiente para cada dos o tres unidades delta complejas.

Unos deflectores -52- que frenan el viento dispuestos en un plano vertical orientado radialmente según la figura 16 pueden estar incluidos asimismo entre las unidades delta complejas -23-. En este caso, en algunas esquinas entrantes de la configuración en forma de estrella, los deflectores -52- que frenan el viento que sobresalen hacia el exterior en dirección radial están dispuestos teniendo preferentemente superficies perforadas parcialmente. En este caso, no se requiere que los deflectores -52- que frenan el viento se prolonguen hasta las esquinas interiores de las unidades delta complejas -23-; pueden iniciarse con una separación. Al mismo tiempo, se pueden prolongar ventajosamente algunos metros por encima de la línea o arco definido por los vértices exteriores adyacentes de las unidades delta complejas -23-. Dependiendo de la proporción del voladizo puede ser factible tener dichos deflectores

-52- que frenan el viento dispuestos solamente en algunas de las unidades delta complejas. En este caso, la solución más favorable la proporciona de nuevo una permeabilidad al aire que se incrementa progresivamente desde el exterior radialmente hacia el interior.

Por medio del sistema de refrigeración según la invención se puede formar un sistema de refrigeración en seco o seco/húmedo que sea eficiente en espacio y al mismo tiempo con un rendimiento y unos costes reducidos. Esta disposición puede reducir de manera eficiente los efectos del viento y proporcionar una posibilidad favorable para la colocación de celdas vértice de refrigeración que mejoren el rendimiento o de celdas de precalentamiento que proporcionen protección contra las heladas.

La invención no está, por supuesto, limitada a las realizaciones preferentes descritas anteriormente en detalle, sino que son posibles modificaciones adicionales, variantes y desarrollos dentro del alcance de protección determinado por las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de refrigeración que comprende deltas de refrigeración adyacentes (21, 31) que son enfriados por medio del aire de refrigeración y que están dispuestos a lo largo de una trayectoria, comprendiendo el sistema de refrigeración deltas de refrigeración (21, 31) que consisten en dos columnas de refrigeración dispuestas en un ángulo (α) de 40º a 60º una con respecto a la otra, **caracterizado porque** dichos deltas de refrigeración (21, 31) están dispuestos en grupos (22, 32), estando dispuestos los deltas de refrigeración (21, 31) de un grupo (22, 32) esencialmente con la misma orientación y definen una sección de la trayectoria (24, 34) esencialmente recta, en la que las secciones de la trayectoria (24, 34) de los grupos adyacentes (22, 32) forman una trayectoria en zigzag (20, 30) y en la que las parejas de grupos adyacentes (22, 32) forman unidades delta complejas (23, 33) que están abiertas desde la dirección de entrada del aire de refrigeración y tienen tuberías de distribución y de recogida.

2. Sistema de refrigeración, según la reivindicación 1, **caracterizado por** comprender unidades delta complejas (23) dispuestas verticalmente, en las que los deltas de refrigeración (21) con sus tubos que contienen el medio a enfriar están orientados verticalmente, y en el que las tuberías de distribución y recogida de las unidades delta complejas (23) son horizontales.

3. Sistema de refrigeración, según la reivindicación 1, **caracterizado por** comprender unidades delta complejas (33) dispuestas verticalmente, en las que los deltas de refrigeración (31) con sus tubos que contienen el medio a enfriar están dispuestos horizontalmente, y en el que las tuberías (35) de distribución y recogida de las unidades delta complejas (33) son verticales.

4. Sistema de refrigeración, según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la trayectoria en zigzag (20, 30) forma una configuración cerrada en forma de estrella.

5. Sistema de refrigeración, según la reivindicación 4, **caracterizado porque** un obturador (41) que está adaptado para regular el flujo del aire de refrigeración está dispuesto en el lado de entrada de las unidades delta complejas (23, 33), en el que un sector de obturación correspondiente a una unidad delta compleja individual (23, 33) está dividido en sub-sectores en la dirección de la altura que permiten un funcionamiento independiente de los sub-sectores.

6. Sistema de refrigeración, según la reivindicación 5, **caracterizado porque** el obturador (41) comprende láminas obturadoras que se prolongan perpendicularmente a la trayectoria, en el que las láminas de obturación están montadas para guiar el aire de refrigeración hacia el grupo más próximo (22, 32) cuando giran en la dirección de cierre.

7. Sistema de refrigeración, según la reivindicación 5 ó 6, **caracterizado porque** el obturador (41) está dispuesto con una separación de las unidades delta complejas (23, 33) y unos obturadores auxiliares (42) o unos deflectores porosos parcialmente permeables están dispuestos entre el obturador (41) y las unidades delta complejas (23, 33).

8. Sistema de refrigeración, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** una persiana individual (40) está dispuesta en el lado de entrada de los deltas de refrigeración (21, 31).

9. Sistema de refrigeración, según la reivindicación 8, **caracterizado por** comprender además un obturador dispuesto entre las esquinas interiores de las unidades delta complejas (23, 33).

10. Sistema de refrigeración, según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 9, **caracterizado porque** un deflector (51) que frena el viento, que sobresale hacia el exterior en dirección radial y tiene preferentemente una superficie parcialmente perforada, está dispuesto, por lo menos, en algunos vértices de la configuración en forma de estrella.

11. Sistema de refrigeración, según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 10, **caracterizado porque** un deflector (52) que frena el viento y que sobresale hacia el exterior en dirección radial y tiene preferentemente una superficie parcialmente perforada, está dispuesto, por lo menos, en algunas esquinas interiores de la configuración en forma de estrella.

12. Sistema de refrigeración, según la reivindicación 11, **caracterizado porque** los extremos interiores de los deflectores (52) que frenan el viento están dispuestos con una separación desde la esquina interior, y sus extremos exteriores se prolongan en una línea recta que conecta los vértices exteriores adyacentes de la trayectoria en zigzag (20, 30).

13. Sistema de refrigeración, según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 12, **caracterizado porque** por lo menos un refrigerador de vértice, una celda húmeda y/o un refrigerador de vértice/celda de precalentamiento (50, 50') está dispuesto en el interior de una configuración cerrada en forma de estrella.

14. Sistema de refrigeración, según la reivindicación 13, **caracterizado porque,** por lo menos, un refrigerador de vértice, una celda húmeda y/o un refrigerador de vértice/celda de precalentamiento (50') está dispuesto en una

sección del espacio de una esquina de forma triangular definida por dos unidades delta complejas adyacentes (23, 33).

15. Sistema de refrigeración, según la reivindicación 13, **caracterizado porque,** por lo menos, un refrigerador de vértice, una celda húmeda y/o un refrigerador de vértice/celda de precalentamiento (50) está conectado a dos unidades delta complejas adyacentes (23, 33) por medio de un canal de aire.

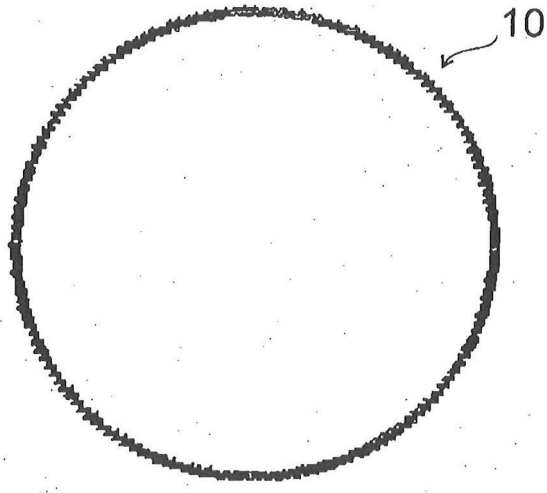

Fig. 1

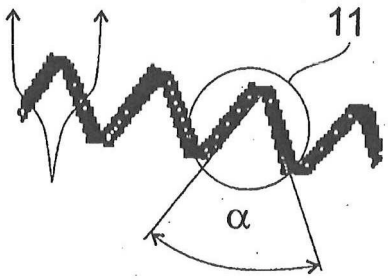

Fig. 2

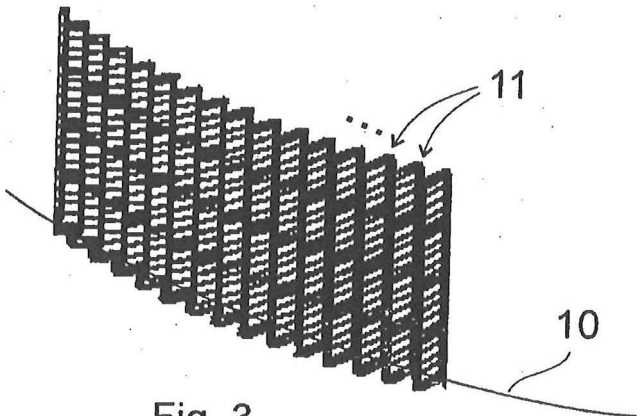

Fig. 3

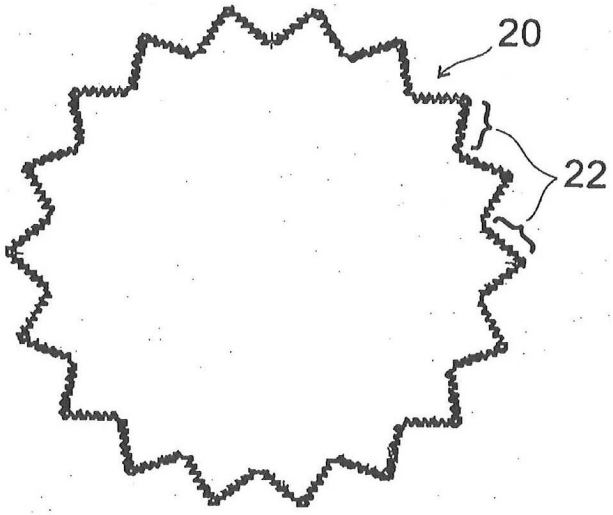

Fig. 4

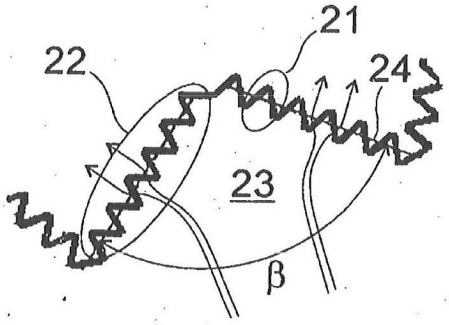

Fig. 5

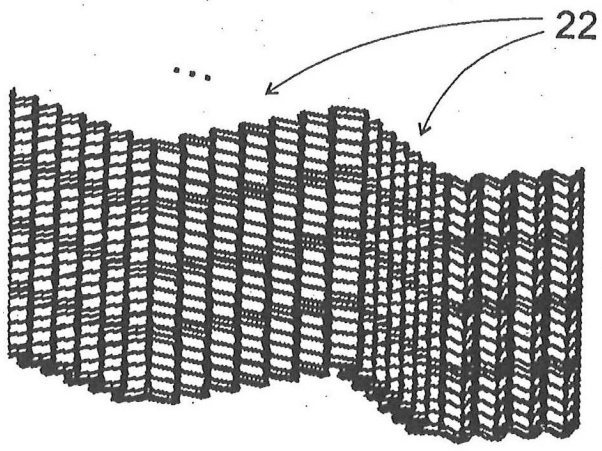

Fig. 6

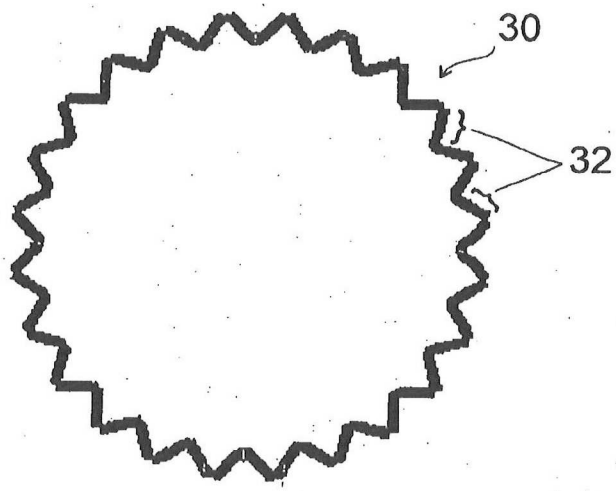

Fig. 7

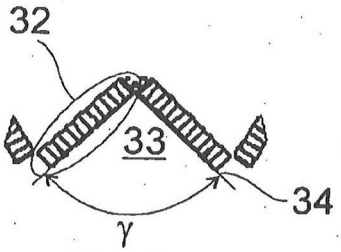

Fig. 8

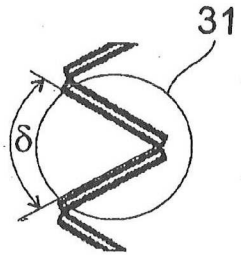

Fig. 9

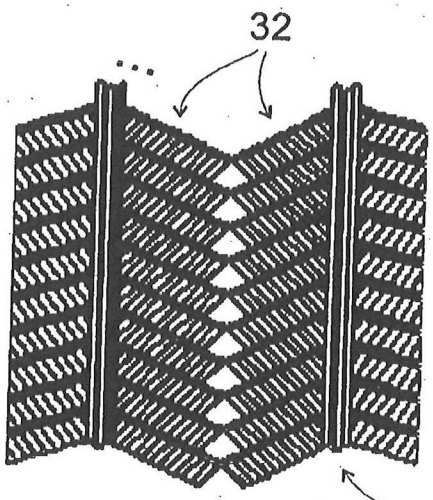

Fig. 10

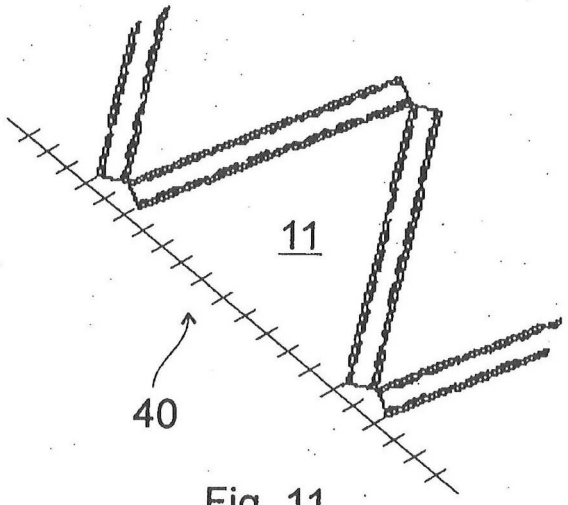

Fig. 11

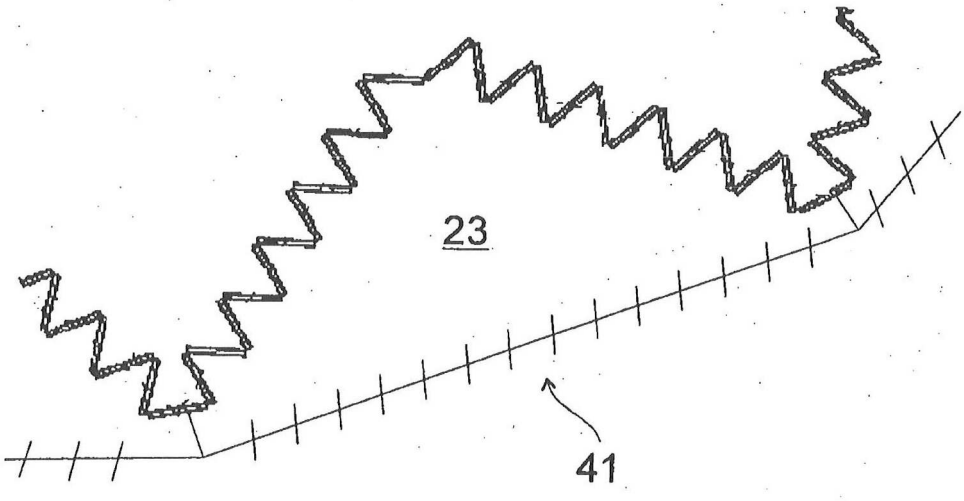

Fig. 12

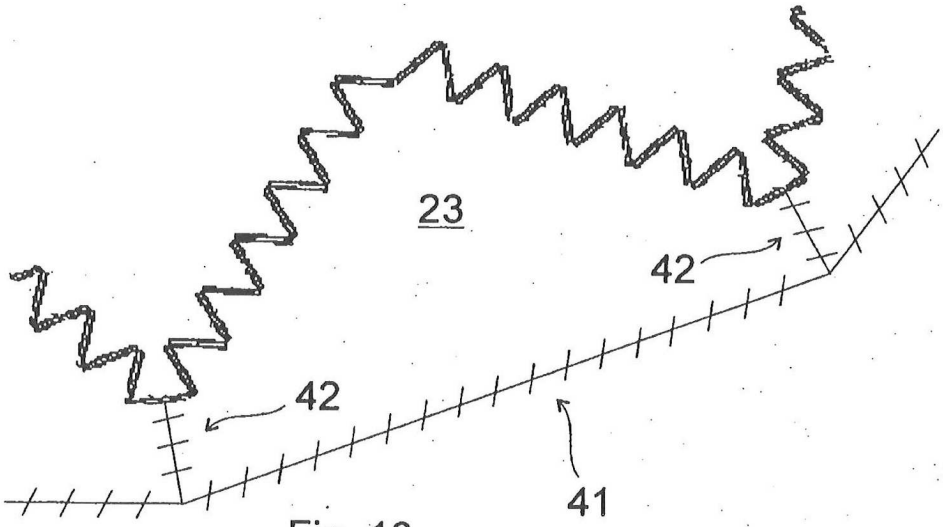

Fig. 13

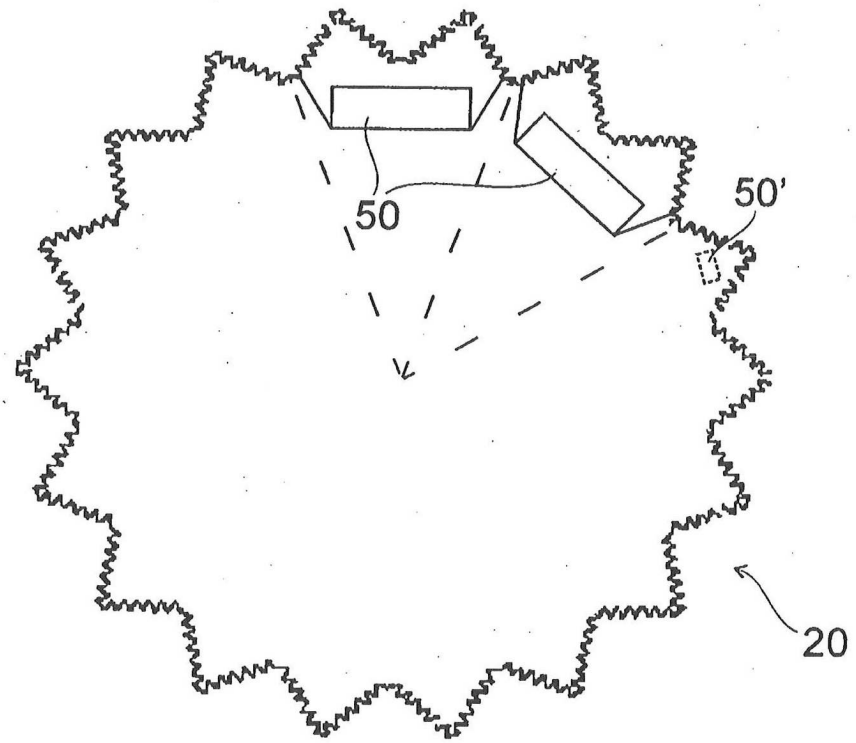

Fig. 14

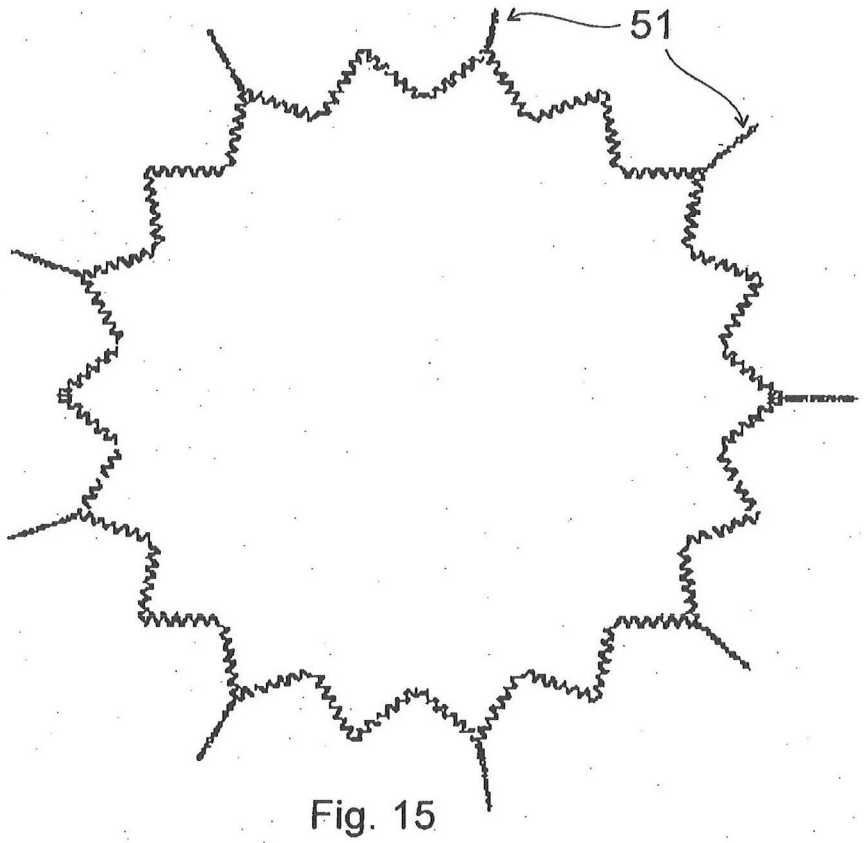

Fig. 15

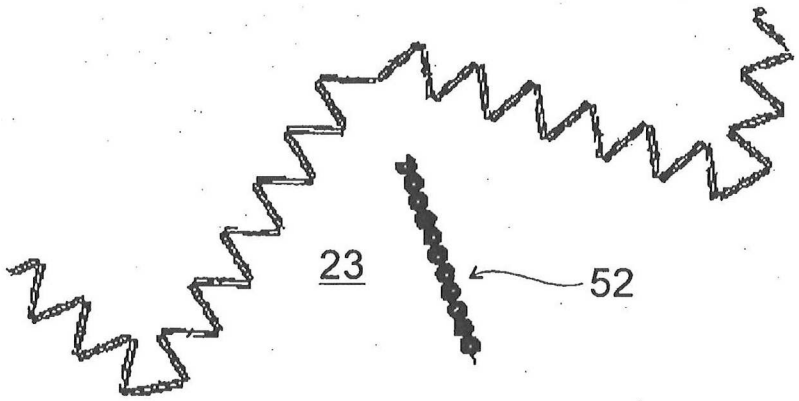

Fig. 16