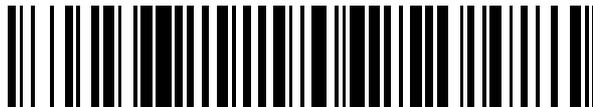


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 422 854**

51 Int. Cl.:

F28C 1/14 (2006.01)

F24F 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.06.2002 E 02737306 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.04.2013 EP 1409120**

54 Título: **Refrigerador de evaporación**

30 Prioridad:

20.06.2001 US 885386

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

16.09.2013

73 Titular/es:

**EVAPCO, INC. (100.0%)
5151 Allendale Lane
Taneytown, MD 21787, US**

72 Inventor/es:

**MERRILL, RICHARD P. y
SHRIVER, GEORGE R.**

74 Agente/Representante:

ZUAZO ARALUZE, Alexander

ES 2 422 854 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

Refrigerador de evaporación

- 5 La presente invención se refiere, en general, a un refrigerador de evaporación según el preámbulo de la reivindicación 1 y a un método de enfriamiento de un fluido de trabajo dentro de una carcasa de un refrigerador de evaporación según el preámbulo de la reivindicación 24. Más específicamente se refiere a un aparato de intercambio de calor tal como una torre de refrigeración de circuito cerrado o un condensador de evaporación.
- 10 Se emplean comúnmente refrigeradores de evaporación que incluyen secciones de intercambio de calor indirecto y directo. Un líquido de evaporación, generalmente agua, se distribuye a través de una sección de intercambio de calor indirecto. La sección de intercambio de calor indirecto está constituida normalmente por una serie de circuitos o bucles cerrados individuales para conducir una corriente de fluido que va a tratarse térmicamente, es decir, que va a enfriarse. Cuando el refrigerador de evaporación se usa como torre de refrigeración de circuito cerrado o
- 15 condensador de evaporación, el calor se transfiere indirectamente de la corriente de fluido para calentar sensiblemente la película circundante de líquido de evaporación que fluye sobre los circuitos cerrados calentando así el líquido de evaporación. A menudo estos circuitos cerrados son una serie de tubos o conjunto de bobinas que pueden ser de sección transversal circular o que pueden tener secciones transversales no circulares, tales como los dados a conocer en la patente estadounidense n.º 4.755.331.
- 20 El calor absorbido por el líquido de evaporación se transfiere directamente a una corriente de aire en una sección de intercambio de calor por evaporación directo. En la sección de intercambio de calor por evaporación directo el líquido de evaporación se dirige sobre un área de superficie sólida, habitualmente denominado relleno de tipo cubierta húmeda (*wet deck fill*) y una pequeña parte del líquido se evapora, enfriando así la parte restante. Este relleno
- 25 puede comprender una variedad de construcciones tales como listones de madera, láminas de metal corrugadas, pilas de láminas de plástico conformadas, etc. Por ejemplo, un determinado tipo de relleno se da a conocer en la patente estadounidense n.º 5.124.087, cuya descripción se incorpora en el presente documento como referencia.
- 30 Durante los últimos 50 años, las mejoras en la tecnología de relleno de tipo cubierta húmeda han sido enormes. El relleno de tipo cubierta húmeda ha evolucionado en láminas sumamente eficaces de plástico multifacetado que es mucho más eficaz que el antiguo relleno de salpicadura, con capacidad de caídas de baja presión y que permite que la temperatura del líquido de evaporación que abandona el relleno se aproxime a las temperaturas de bulbo húmedo.
- 35 En los primeros días del desarrollo de rellenos de tipo cubierta húmeda para torres de refrigeración, la mejor tecnología eran listones de madera apiladas simplemente que hacían que el agua salpicara y formaban turbulencias del aire que fluía a través de las mismas. El objeto de los rellenos de tipo cubierta húmeda es exponer la mayor cantidad posible de área de superficie de agua a la mayor cantidad posible de flujo de aire durante el mayor periodo de tiempo posible con una resistencia mínima al flujo de aire. Los primeros rellenos de tipo cubierta húmeda para
- 40 torres de refrigeración eran muy ineficaces en este proceso. En aquel momento era una práctica común situar una bobina de transferencia de calor en la corriente de aire y agua sin el uso de ningún relleno de tipo cubierta húmeda para torres de refrigeración. Los rellenos de tipo cubierta húmeda eran muy poco ventajosos frente a la geometría de tubos en la corriente de aire con agua salpicando sobre la misma.
- 45 La invención de los rellenos de tipo cubierta húmeda mejorados provocó cada vez más invenciones que usan combinaciones de relleno y bobina para lograr este tipo de refrigeración. A medida que mejora el rendimiento del relleno, los inventores van descubriendo los beneficios de combinar los dos medios. Sin embargo, la técnica anterior ha enfatizado la importancia del flujo de aire sobre (y a través de) el conjunto de bobina que está acoplado al relleno de tipo cubierta húmeda. En todo caso, esta técnica todavía muestra la bobina con aire fluyendo a través de la
- 50 misma. Los esfuerzos inventivos a lo largo de los años han estado dirigidos todos hacia métodos para facilitar o mejorar el flujo de aire a través de la bobina de transferencia de calor. Incluso con estas mejoras en el diseño de las bobinas, las bobinas estaban limitadas en cantidad de agua que podía pulverizarse sobre la bobina sin atascar el flujo de aire. En algunos casos, el flujo de aire tenía que disponerse en paralelo al flujo de agua para permitir el flujo de aire deseado a través de la bobina.
- 55 Los refrigeradores de evaporación típicos incluían la bobina del intercambiador de calor indirecto calor como parte del relleno, o bien intercalada dentro del relleno en la sección de intercambio de calor directo tal como se da a conocer en la patente estadounidense n.º 3.012.416, o bien en secciones separadas, basándose ambas secciones directa e indirecta, al menos en parte, en un flujo de aire significativo a través de las mismas para que se produzca el intercambio de calor directo por evaporación en ambas secciones, tales como se da a conocer en las patentes
- 60 estadounidenses n.ºs 5,435.382; 4.683.101; 5.724.828 y 4.112.027.
- La patente estadounidense n.º 2.626.129 da a conocer un refrigerador de evaporación que tiene un equipo de distribución de líquido adicional entre la parte inferior de las unidades deflectoras de rejilla y los tubos del intercambiador de calor.
- 65

La patente estadounidense n.º 1.732.963 da a conocer un refrigerador de evaporación que también tiene un equipo de distribución de líquido adicional entre la parte inferior de las cubiertas de refrigeración y las tuberías de condensación.

5 En el documento JP 52037249 se da a conocer un sistema con una bobina de refrigeración sumergida en el agua dentro de un depósito de agua inferior. Hay una placa plana inclinada y una serie de placas deflectoras perpendiculares a la bobina de refrigeración para regular el flujo de agua alrededor de y entre las tuberías de la bobina e impedir zonas muertas de agua de refrigeración alrededor de la bobina de refrigeración.

10 El líquido de evaporación se hace recircular normalmente a través del refrigerador de evaporación de manera que pasa de la sección de refrigeración indirecta a la sección de refrigeración directa y de vuelta a la sección de refrigeración indirecta en un ciclo continuo con líquido preparado añadido para compensar el líquido que se ha evaporado.

15 La presente invención reconoce las ventajas de los desarrollos en la técnica y combina esas ventajas de maneras únicas para conseguir resultados sorprendentes e inesperados.

20 Las características esenciales de la presente invención se dan a conocer en las partes caracterizadoras de las reivindicaciones independientes 1 y 24, mientras que las reivindicaciones dependientes contienen más realizaciones de la invención preferidas y ventajosas.

Aunque toda la técnica anterior enseña la idea lógica de que poner el flujo de aire a través de la bobina ayudará al proceso de refrigeración, los solicitantes han determinado el sorprendente resultado de que poner un flujo de aire adicional a través de la bobina sólo sirve para disminuir el rendimiento del relleno de tipo cubierta húmeda y carga el sistema de movimiento de aire con exigencias de flujo adicionales, a costa de mayor potencia en caballos de vapor para mover el aire. Aunque no es algo decisivo para la invención de los solicitantes que no haya flujo de aire en absoluto sobre la bobina de transferencia de calor, los solicitantes han descubierto que el rendimiento global del refrigerador de evaporación mejora si el flujo de aire sobre la bobina de transferencia de calor se minimiza o se evita en su totalidad. Mediante la presente invención, los solicitantes han maximizado la eficacia del relleno de tipo cubierta húmeda distribuyendo el agua que va a enfriarse sobre un área plana relativamente más grande de una carcasa del relleno. Esto maximiza la cantidad de área de superficie de agua en contacto con el flujo de aire y minimiza el trabajo necesario por parte del dispositivo para mover aire.

35 Los solicitantes han hecho el descubrimiento de que cuando se deja caer en cascada líquido sobre la bobina de transferencia de calor del intercambiador de calor indirecto a caudales muy altos (o concentrados) tiene, sorprendentemente, coeficientes de transferencia de calor o valores U altos.

40 Los solicitantes han reconocido y utilizado la ventaja de aumentar la carga de líquido sobre la sección de transferencia de calor indirecta (en cantidades de hasta 22 a 46 litros por minuto por metro cuadrado) al tiempo que han evitado la desventaja de aumentar la carga de líquido sobre el relleno de tipo cubierta húmeda, proporcionando un área plana más pequeña para la bobina de la sección de transferencia de calor indirecta que para el relleno y concentrando el flujo de líquido a medida que se mueve desde el relleno hasta la bobina.

45 Además han descubierto que el valor U puede aumentarse de dos maneras, proporcionando una mayor carga de líquido en la bobina de transferencia de calor y/o aumentando la velocidad del flujo de líquido sobre o a través de la sección de bobina de transferencia de calor.

50 Los solicitantes descubrieron los sorprendentes resultados de que al no cargar la bobina con una corriente de aire de refrigeración tenían libertad para concentrar mucho el flujo sobre la bobina y situar la bobina donde quisiesen sin tener en cuenta la geometría del flujo de aire. Asimismo, podían aprovechar la velocidad aumentada del agua en caída para mejorar adicionalmente el coeficiente de transferencia de calor de la bobina.

55 En resumen, los solicitantes han separado y han hecho más eficaz cada sección de transferencia de calor a pesar de que todos los inventores anteriores habían combinado las secciones en una u otra medida tratando de lograr el dispositivo más eficaz. La invención de los solicitantes separa el relleno de la bobina de modo que el relleno pueda usarse a su máxima eficacia y la bobina pueda usarse a su máxima eficacia.

60 Específicamente, un refrigerador de evaporación que materializa los principios de la presente invención incluye un distribuidor de líquido para distribuir un líquido de evaporación (en ocasiones denominado simplemente agua) sobre un cuerpo de contacto con gas y líquido (el relleno de tipo cubierta húmeda) que tiene una superficie para recibir el líquido y que ocupa una primera área plana para recibir líquido desde el distribuidor de líquido sobre la superficie sustancialmente por toda la primera área plana. Un dispositivo para mover aire está dispuesto para generar un flujo de aire y la superficie del cuerpo está dispuesta en el flujo de aire, provocando el flujo de aire que se evapora una pequeña parte del líquido recibido por el cuerpo, enfriando así la parte restante no evaporada del líquido. Un conducto de fluido de trabajo de transferencia de calor (la bobina de transferencia de calor) está situado sustancialmente fuera del flujo de aire y tiene una segunda área plana dimensionada más pequeña que la primera

5 área plana. La bobina de transferencia de calor tiene una superficie dispuesta para recibir sustancialmente todo el líquido enfriado desde el cuerpo. Un concentrador de líquido está dispuesto entre el cuerpo y la bobina de transferencia de calor para concentrar el líquido enfriado desde la primera área plana en la segunda área plana. El líquido enfriado, a medida que cae sobre las superficies de la bobina de transferencia de calor, vuelve a calentarse sensiblemente a medida que se toma calor del fluido de trabajo que circula en el interior del conducto, para enfriar el fluido de trabajo. Un colector de líquido recibe sustancialmente todo el líquido calentado, que cae, desde el conducto de fluido de trabajo de transferencia de calor. Un mecanismo de recirculación de líquido devuelve el líquido calentado al distribuidor de líquido para una repetición del ciclo.

10 El refrigerador de evaporación comprende un distribuidor de líquido y un cuerpo para recibir líquido desde el distribuidor de líquido. Un dispositivo para mover aire está dispuesto para generar un flujo de aire sobre el cuerpo, provocando el flujo de aire que se evapora una pequeña parte del líquido recibido por el cuerpo, enfriando así la parte no evaporada restante del líquido. Un conducto de fluido de trabajo de transferencia de calor está dispuesto para recibir sustancialmente todo el líquido enfriado desde el cuerpo. Un acelerador de flujo está situado entre el cuerpo y el conducto de fluido de trabajo de transferencia de calor para acelerar una velocidad de flujo del líquido enfriado en al menos 2,9 metros por segundo antes de entrar en contacto con una superficie del conducto de fluido de trabajo de transferencia de calor. El líquido enfriado, a medida que cae sobre las superficies del conducto de fluido de trabajo de transferencia de calor, se calienta sensiblemente a medida que enfría el fluido de trabajo que circula en el interior del conducto. Un colector de líquido está situado para recibir sustancialmente todo el líquido calentado desde la superficie del conducto de fluido de trabajo de transferencia de calor. Un mecanismo de recirculación de líquido está previsto para devolver el líquido calentado (o recogido) al distribuidor de líquido.

15 La invención proporciona un método para enfriar un fluido de trabajo que comprende la etapa de dispensar un líquido sobre una superficie de un cuerpo en el que el cuerpo ocupa una primera área plana. El aire se hace fluir sobre el cuerpo para provocar la evaporación de una parte del líquido enfriando así la parte restante. La parte enfriada restante del líquido se concentra, se acelera y se dispensa sobre una superficie de un conducto de fluido de trabajo de transferencia de calor en el que el conducto de fluido de trabajo de transferencia de calor ocupa una segunda área plana más pequeña que la primera área plana y se mantiene en un área sustancialmente libre de un flujo de aire. El fluido enfriado por evaporación se hace fluir sobre y alrededor del conducto de fluido de trabajo de transferencia de calor para transferir calor entre el fluido de trabajo y el líquido enfriado por evaporación. En este proceso el líquido enfriado por evaporación se calienta y el fluido de trabajo en el interior del conducto se enfría. El líquido calentado se recoge desde la superficie exterior del conducto de fluido de trabajo de transferencia de calor y se hace recircular sobre el cuerpo.

20 Una ventaja proporcionada por una realización de la presente invención es que cuando la bobina está separada por debajo del relleno de tipo cubierta húmeda en un módulo construido en fábrica, el centro de gravedad del módulo baja, lo que mejora la facilidad de transporte del módulo. Una vez que una construcción de este tipo está en su sitio, independientemente de que se haya construido en fábrica o construido *in situ*, el centro de gravedad más bajo proporciona ventajas relacionadas con consideraciones de carga sísmica, consideraciones de carga de acero y consideraciones de carga de viento.

25 En realizaciones de la presente invención que tienen la bobina separada del relleno de tipo cubierta húmeda, los seis lados de la bobina son fácilmente accesibles, a nivel de suelo, lo que permite facilitar el acceso para la inspección o limpieza de la bobina.

30 En la presente invención cuando la bobina está sustancial o completamente fuera de la corriente de aire que fluye a través del refrigerador, hay menor oportunidad para la formación de incrustaciones sobre la bobina debido al proceso de evaporación. Tales incrustaciones podrían afectar de lo contrario negativamente a la transferencia de calor a través de la bobina al actuar como aislante térmico, reduciendo la eficacia de transferencia de calor a través de las paredes de la bobina.

35 También en la presente invención cuando la bobina está sustancial o completamente fuera de la corriente de aire que fluye a través del refrigerador, el aire está protegido frente a la contaminación de suciedad y residuos arrastrados por el aire, así como de la luz del sol que pasa a través de lamas u otras aberturas. Además, en algunas situaciones, se produce una transferencia de calor no intencionada en una bobina expuesta a una corriente de aire convencional, que se evitaría en las realizaciones en las que la bobina está situada sustancial o completamente fuera de la corriente de aire.

40 En la siguiente descripción se describe la invención con más detalle, haciendo referencia a algunas realizaciones preferidas, aunque no limitativas, y haciendo referencia a los dibujos adjuntos.

45 La figura 1 es una vista en sección lateral de un refrigerador de evaporación a contracorriente de tiro inducido que materializa los principios de la presente invención.

50 La figura 2 es una vista en sección lateral esquemática del refrigerador de evaporación a contracorriente de tiro inducido, girado 90 grados y tomada generalmente a lo largo de la línea II-II de la figura 1.

La figura 3 es una vista en sección lateral esquemática de un refrigerador de evaporación de flujo transversal de tiro inducido que materializa los principios de la presente invención y tomada generalmente a lo largo de la línea III-III de la figura 4.

5 La figura 4 es una vista en sección lateral parcial esquemática de una torre de refrigeración de flujo transversal de tiro inducido tomada a 90 grados con respecto a la vista de la figura 3.

10 La figura 5 es una vista en sección lateral esquemática de un refrigerador de evaporación a contracorriente de tiro forzado que materializa los principios de la presente invención.

La figura 6 es una vista en sección lateral esquemática del refrigerador de evaporación a contracorriente de tiro forzado, girada 90 grados y tomada generalmente a lo largo de la línea VI-VI de la figura 5.

15 La figura 7 es una vista en sección tomada generalmente a lo largo de la línea IX-IX de la figura 2.

La figura 8 es una realización alternativa como si estuviera tomada a largo de la misma línea que para la figura 9.

20 La presente invención se refiere a los refrigeradores de evaporación y puede emplearse en una amplia variedad de construcciones y disposiciones. Aunque se ilustran varias de tales disposiciones en el presente documento, hay numerosas otras realizaciones y construcciones en las que puede realizarse la presente invención. Por ejemplo, aunque la realización preferida se ilustra en el presente documento como una construcción construida en una fábrica, la presente invención también podría realizarse en un refrigerador de evaporación construido en campo. Las unidades ensambladas en fábrica se construyen normalmente en módulos de una o dos piezas, pudiendo ser los
25 equipos construidos en campo componentes o unidades separadas montadas *in situ* y dispuestas no necesariamente en una carcasa común. Otras disposiciones resultarán evidentes para el experto en la técnica a partir de la siguiente descripción de las realizaciones preferidas.

30 Un refrigerador de evaporación que materializa los principios de la presente invención se muestra en general en 20 en las figuras 1 y 2 y comprende varias partes componentes. Hay un distribuidor de líquido mostrado en general en 22 y una sección de transferencia de calor directa en 24 que incluye un cuerpo 26 con una superficie para recibir líquido desde el distribuidor 22 de líquido. Está previsto un dispositivo 28 para mover aire para generar un flujo de aire sobre la superficie del cuerpo 26 provocando que se evapore una pequeña parte del líquido que fluye sobre la misma, enfriando así la parte restante. Está prevista una sección de refrigeración indirecta en 30 e incluye
35 normalmente al menos un, y preferiblemente una pluralidad de, conductos 32 de fluido de trabajo de transferencia de calor en forma de bucles o bobinas.

40 El cuerpo 26 se ilustra esquemáticamente como que comprende un elemento que tiene un área de superficie grande con una pluralidad de pasos de aire que se extienden a través de la misma. La superficie del cuerpo puede adoptar muchas formas diferentes. En una forma, el cuerpo podría comprender una pila de materiales de lámina separados, por ejemplo, estando las láminas orientadas verticalmente de manera que el líquido de evaporación se distribuya sobre la superficie de las láminas para fluir hacia abajo, mientras que se formarán pasos de aire entre las láminas separadas para permitir un flujo de aire sobre las láminas a medida que el líquido fluye sobre las láminas. En una realización más específica y preferida, el material de lámina podría ser no plano de modo que proporcione una serie
45 de espiras para aumentar el área de superficie para que el líquido fluya sobre las mismas, al tiempo que proporciona todavía una pluralidad de pasos de flujo de aire a través del cuerpo. El cuerpo también podría comprender una serie de listones separados o incluso una serie de tubos separados. Los expertos en la técnica reconocen tales construcciones de cuerpo por el término relleno de tipo cubierta húmeda y a continuación en el presente documento el cuerpo 26 puede denominarse relleno de tipo cubierta húmeda o simplemente relleno. Un tipo particular de relleno de tipo cubierta húmeda que los solicitantes han descubierto que es muy eficaz y eficiente es el que se da a conocer y se reivindica en la patente estadounidense n.º 5.124.087, cuya descripción se incorpora en el presente documento como referencia.

50 La sección de transferencia de calor indirecta se ilustra esquemáticamente como que comprende al menos un conducto 32 de fluido de trabajo de transferencia de calor que tiene una superficie para recibir el líquido no evaporado del cuerpo 26. Este conducto puede adoptar varias formas incluyendo una serie de bobinas o tubos 54 individuales conectados mediante tubos 56 colectores para proporcionar una disposición de tubos, aumentando un área de superficie para que entre en contacto con el líquido no evaporado. Un tipo específico de disposición de bobina se da a conocer en la patente estadounidense n.º 4,755,331 en la que los tubos tienen secciones transversales elípticas, aunque también pueden utilizarse secciones transversales circulares según se describe en esa patente, así como otras configuraciones de sección transversal. Además, el conducto puede ser en forma de una placa hueca con pasos formados en su interior para que fluya el fluido de trabajo a través de los mismos al tiempo que presenta un área de superficie de la placa para que fluya el líquido no evaporado sobre la misma en una
60 relación de transferencia de calor indirecta. Una serie de tales placas podría utilizarse con las placas orientadas verticalmente con conexiones y tubos colectores apropiados para distribuir el fluido de trabajo a través de las placas. A continuación en el presente documento, el conducto 32 de fluido de trabajo de transferencia de calor puede
65

denominarse, de manera más sencilla, bobina de intercambiador de calor, bobina de transferencia de calor o, de manera muy sencilla, bobina.

5 En la realización ilustrada en la figura 1 y en la figura 2, el relleno 26 ocupa sustancialmente toda la anchura W1 y profundidad D1 de una carcasa 34 que encierra varios de los componentes del refrigerador 20 de evaporación. La bobina 32 de transferencia de calor ocupa una anchura W2 y una profundidad D2, al menos una de las cuales es más pequeña que la correspondiente anchura W1 y profundidad D1 ocupada por el relleno 26. Por tanto, la bobina 32 tiene un área plana más pequeña que el relleno 26.

10 En una realización preferida el área plana de la bobina 32 (segunda área plana) está en el intervalo de aproximadamente un 20% a un 90% del área plana del relleno 26 (primera área plana). En otra realización preferida la segunda área plana está en el intervalo de un 25% a un 80% de la primera área plana. En otra realización preferida la segunda área plana está en el intervalo de un 40% a un 70% de la primera área plana.

15 La figura 7 ilustra una vista en sección tomada generalmente a lo largo de la línea IX-IX en la figura 2, que muestra, desde una vista desde arriba, que el relleno 26 ocupa la anchura W1 que es toda la anchura de la carcasa 34 y la bobina 32 de transferencia de calor ocupa una anchura menor W2 y está separada de cada una de las paredes laterales de la carcasa. Puede verse que el área plana del relleno 26 mostrado en la mitad izquierda de la figura es mayor que el área plana de la bobina 32 de transferencia de calor (mostrada en la mitad derecha de la figura), y de hecho es aproximadamente el doble en esta ilustración. En la figura 2, entre el relleno 26 y la bobina 32 de transferencia de calor está situada una sección 36 de concentrador de líquido que concentra el líquido que abandona el relleno 26 antes de que entre en contacto con la bobina 32 de transferencia de calor. Un colector 38 de líquido está situado para recoger el líquido que fluye desde la superficie de la bobina 32 de transferencia de calor. Está previsto un mecanismo 40 de recirculación de líquido para devolver el líquido calentado desde el colector 38 de líquido al distribuidor 22 de líquido.

20 En la realización ilustrada en las figuras 1 y 2, el distribuidor de líquido comprende una serie de boquillas 42 individuales previstas en pasos 44 de líquido tal como una disposición de tuberías que conducen desde una tubería 46 de tubo colector. Se apreciará que podría utilizarse una amplia variedad de distribuidores de líquido además de la realización ilustrada esquemáticamente. Por ejemplo, en lugar de tener boquillas 42 individuales, las tuberías 44 pueden simplemente estar perforadas. El paso de líquido también puede ser en forma de una única tubería perforada o canales perforados en los que se introduce el líquido, goteando el líquido desde la tubería o los canales a través de las perforaciones sobre el relleno 26. Los pasos 44 pueden ser en forma de tuberías cerradas tal como se ilustra, o pueden ser en forma de canales o canalones abiertos por arriba. La disposición precisa del distribuidor de líquido no es decisiva, siempre que proporcione una distribución de líquido relativamente uniforme sobre el relleno 26 y permita que salga un flujo de aire a través de la misma.

30 El dispositivo 28 para mover aire se muestra en las figuras 1 y 2 como un ventilador de aspas situado por encima del relleno 26. Una serie de aberturas 48 de entrada de aire están previstas en la carcasa 34 por debajo del relleno 26 de tipo cubierta húmeda de manera que se aspira aire al interior de la carcasa 34 y sobre y a través del relleno 26 y sale por la parte superior de la carcasa a través de una gran abertura 50 situada por encima del ventilador. En esta disposición, que se denomina en la técnica sistema a contracorriente de tiro inducido, también está previsto normalmente un eliminador 52 de arrastre de gotas para facilitar la eliminación de gotas de líquido arrastradas en la corriente de aire antes de que la corriente de aire salga de la carcasa. Se conocen muchos tipos y construcciones diferentes de eliminadores de arrastre de gotas entre los que se incluyen listones o lamas de metal, plástico o madera separadas estrechamente que permiten que fluya el aire entre las mismas, pero que recogerán finas gotas de agua en el aire. En la disposición ilustrada, las gotas de agua recogidas caerán, por gravedad, sobre el relleno 26 de tipo cubierta húmeda con el otro líquido distribuido.

40 Muchos otros tipos de dispositivos para mover aire resultarán evidentes para los expertos en la técnica, incluyendo sopladores de diversas construcciones, diafragmas móviles e incluso dispositivos para mover aire sin partes móviles, tales como chimeneas de convección. La posición de la abertura 50 de salida de aire puede variar y puede situarse en una pared lateral en lugar de en una pared superior si lo permiten los requisitos espaciales. También puede aspirarse aire hacia abajo sobre el relleno 26 de tipo cubierta húmeda en una disposición de flujo concurrente en lugar de en la disposición a contracorriente ilustrada. De nuevo, la construcción y ubicación precisas para el dispositivo para mover aire no es decisiva, siendo únicamente importante que se haga fluir el aire sobre la superficie del relleno 26 sobre el que se distribuye el líquido. Los expertos en la técnica reconocerán que diferentes tipos de dispositivos para mover aire pueden ser más adecuados en determinadas situaciones dependiendo de los caudales de aire, los niveles de ruido, la disponibilidad de espacio, etc., deseados.

50 El líquido que abandona la cubierta 26 húmeda se enfría mediante el proceso de evaporación, y en un sistema eficaz, se aproxima a la temperatura de bulbo húmedo ambiente del aire que es aspirado al interior de la carcasa. El líquido se calienta progresivamente a medida que cae a través de la bobina 32 de transferencia de calor. En una disposición preferida, el fluido de trabajo se introduce en la bobina 32 de transferencia de calor en una parte inferior de la misma y avanza hacia arriba a través de la misma para salir por una parte superior de la misma de modo que el fluido de trabajo se enfriará a medida que se mueve hacia arriba y en la parte más alta de la bobina de

transferencia de calor, el fluido de trabajo estará en su punto más frío, al igual que el líquido procedente del relleno 26 de tipo cubierta húmeda. Por tanto, el fluido de trabajo podrá enfriarse a una temperatura que se aproxime a la temperatura de bulbo húmedo ambiente, la temperatura más baja que puede alcanzarse mediante el refrigerador de evaporación. Si el fluido de trabajo es un gas que debe condensarse, tendrá que fluir desde un extremo superior de la bobina 32 hasta un extremo inferior debido a los requisitos de drenaje, a pesar de que tal dirección de flujo es algo menos eficaz por lo que respecta a la transferencia de calor.

Otras disposiciones y construcciones para la bobina 32 de transferencia de calor resultarán evidentes para un experto en la técnica ya que la construcción precisa no es decisiva, sino que más bien sólo es importante que el conducto proporcione un paso para el fluido de trabajo, proporcione una superficie que entre en contacto con el líquido enfriado, y que el material para la bobina sea tal que permita una transferencia de calor desde el fluido al líquido, pero que impida el paso o bien del fluido o bien del líquido a través del material.

La carcasa 34 se ilustra construida con paredes exteriores sustancialmente verticales dispuestas generalmente en perpendicular entre sí para formar una forma generalmente cúbica. Esta forma particular, aunque conveniente y económica de fabricar, no es necesaria ni decisiva para la invención, y la forma de la carcasa puede variar en gran medida, por ejemplo, la carcasa podría tener una sección transversal circular u otra forma geométrica y, de hecho, diversos componentes podrían situarse en diferentes carcasas, al no ser decisivo que todos los elementos estén situados en una única carcasa.

Una sección de concentrador de líquido se ilustra en 36 y está constituida por dos elementos en la realización ilustrada en las figuras 1 y 2, a pesar de que uno u otro o diferentes elementos podrían usarse como concentrador de líquido. En la realización ilustrada en las figuras 1 y 2, las entradas 48 de aire proporcionan una función de concentración de líquido al aspirar aire a través de las paredes laterales de la carcasa 34 tal como muestran las flechas 47 y hasta el interior y sobre el relleno 26 de tipo cubierta húmeda. A medida que se aspira aire hacia dentro en una corriente, el líquido que cae desde el relleno de tipo cubierta húmeda se impulsa por la corriente de aire y se hace que se mueva hacia dentro bajo la influencia de la corriente de aire tal como muestran las flechas 51, de manera que el agua que cae desde el relleno de tipo cubierta húmeda se concentrará hacia el centro de la carcasa, al menos en aquellos lados en los que hay entradas 48 de aire.

Tal como se muestra esquemáticamente en la figura 7, la bobina 32 de transferencia de calor puede estar separada hacia dentro de cada una de las paredes laterales de la carcasa 34, y puede admitirse aire a través de las entradas 48 en cada una de las paredes laterales. Sin embargo, en algunas aplicaciones, puede no ser posible o factible admitir aire desde todos los lados, y en tales situaciones, es posible disponer la bobina 32 de transferencia de calor directamente adyacente a una pared lateral. Esto se muestra en la figura 10 en la que un refrigerador 20' de evaporación incluye un cuerpo 26' y una bobina 32' de transferencia de calor situada en una carcasa 34', con entradas 48' de aire previstas sólo en tres paredes laterales. Aunque el relleno 26' de tipo cubierta húmeda todavía ocupa toda la anchura W1' de la carcasa, y la bobina 32' de trabajo de transferencia de calor ocupa una anchura menor W2', la bobina de transferencia de calor está situada directamente adyacente a la pared lateral sin la entrada de aire. Esto puede hacerse puesto que no habrá flujo de aire para proporcionar una concentración del líquido que cae desde el relleno 26 de tipo cubierta húmeda a lo largo de la pared sin una entrada 48 de aire. Evidentemente, el número y la ubicación de las entradas de aire pueden variar de modo que las entradas de aire estén situadas en una o más paredes laterales, y/o en una pared superior si la abertura 50 de salida de aire se mueve a una pared lateral según se describió anteriormente.

Otro posible elemento de concentración ilustrado en las figuras 1, 2 y 7 son paredes 60 inclinadas que se extienden desde las paredes exteriores de la carcasa 34 y hacia dentro hacia el espacio ocupado por la bobina 32 de transferencia de calor. Por tanto, cualquier líquido que caiga desde el relleno 26 de tipo cubierta húmeda que todavía no se haya concentrado en el área plana más pequeña ocupada por la bobina 32 de transferencia de calor mediante la corriente de aire entrante, se desviará por las paredes 60 inclinadas hacia el área plana más pequeña y, por tanto, se concentrará. En la figura 8, también están previstas paredes 60' inclinadas, y pueden usarse como una única disposición para concentrar el líquido a lo largo de una pared en la que no hay ninguna entrada de aire. Por tanto, en la disposición ilustrada en la figura 8, aunque no hay ninguna entrada 48' de aire en la pared lateral mostrada en la parte superior de la figura, la bobina 32 de transferencia de calor podría estar separada de esa pared, y podría haberse usado una pared 60' inclinada para proporcionar la función de concentración en esa ubicación. Otras estructuras y disposiciones para concentrar el líquido que se mueve desde la primera área plana ocupada por el relleno 26 hasta la segunda área plana ocupada por la bobina 32 de transferencia de calor resultarán evidentes para los expertos en la técnica.

El colector 38 de líquido en la figura 8 se ilustra como un único sumidero abierto en forma de una bandeja abierta y una tubería situada en la parte inferior de la carcasa aunque, de nuevo, podrían utilizarse diferentes disposiciones entre las que se incluyen canales, pasos, un tanque cerrado u otras disposiciones para recoger el líquido. Lo importante es que el líquido se recoja para su recirculación hacia el distribuidor 22 de líquido.

Con este fin está previsto el mecanismo 40 de recirculación de líquido que comprende una disposición para mover el líquido recogido en el colector 38 de líquido hasta el distribuidor 22 de líquido. Podrían utilizarse una variedad de

- 5 construcciones para el mecanismo 40 de recirculación de líquido entre las que se incluyen una bomba 62 con tuberías 64 conectadas que conducen desde el colector 38 de líquido hasta el distribuidor 22 de líquido. La propia bomba podría ser cualquier de una variedad de bombas conocidas entre las que se incluyen bombas de desplazamiento, bombas centrífugas, bombas peristálticas, etc. También podrían utilizarse otras disposiciones para el mecanismo de recirculación de líquido tales como ruedas de agua, tornillos giratorios, un transportador de líquido tal como con cadenas y cangilones, y una variedad de otras construcciones tal como resultará evidente para un experto en la técnica, reconociéndose que el mecanismo de recirculación de líquido ha de ser eficaz para mover el líquido desde el colector 38 de líquido hasta el distribuidor 22 de líquido.
- 10 En la realización ilustrada en las figuras 1 y 2, la bobina 32 de trabajo de transferencia de calor está situada sustancialmente fuera del flujo de aire que atraviesa la carcasa. Es decir, el aire entra fluyendo a través de las entradas 48 de aire y asciende a través del relleno 26 de tipo cubierta húmeda pasando a través del eliminador 52 de arrastre de gotas y pasando por el dispositivo 28 para mover aire hasta salir por la abertura 50. Los solicitantes han determinado que la eficacia de evaporación de los modernos rellenos de tipo cubierta húmeda es sustancialmente mayor que la eficacia de evaporación de las bobinas típicas usadas para los conductos de fluido de trabajo de transferencia de calor. Por tanto, la energía añadida requerida para aspirar aire adicional a través de la bobinas del conducto de fluido de trabajo de transferencia de calor debido a los requisitos de o bien un mayor flujo de aire o bien una caída de presión aumentada, da como resultado un refrigerador de evaporación menos eficaz que si la bobina 32 de transferencia de calor se sitúa sustancialmente fuera del flujo de aire que atraviesa el refrigerador de evaporación.
- 15 20
- Tal como se muestra en la realización de las figuras 1 y 2 existe la posibilidad de mover aire sobre las superficies superiores de la bobina a medida que éste se mueve desde las áreas de entrada de aire hacia dentro y hacia arriba hacia el relleno de tipo cubierta húmeda. Existe incluso alguna posibilidad de que parte del aire se filtre (o fluya) hacia dentro en y alrededor de las paredes de carcasa inferiores, por debajo de las paredes 60 en ángulo. Aunque no es decisivo que no haya flujo de aire sobre la bobina 32 de transferencia de calor, en una disposición preferida, la bobina estará sustancialmente, si no completamente, fuera del flujo de aire con el fin de aumentar la eficacia del refrigerador de evaporación.
- 25 30
- Las entradas 48 de aire se muestran esquemáticamente como una serie de lamas que apuntan hacia abajo de modo que se provoca que el aire fluya al interior de la carcasa primero hacia abajo antes de girar y fluir hacia arriba hacia el cuerpo 26. Se conocen otras configuraciones para las entradas de aire que incluyen pasos rectos, en cheurón o serpenteantes. Las entradas 48 de aire pueden estar previstas en cada una de las paredes verticales de la carcasa, o no en todas las paredes (tal como se muestra en la figura 8), o no en toda la circunferencia de la carcasa.
- 35 40
- La disposición ilustrada en las figuras 1 y 2 también incluye un acelerador 70 de flujo situado entre el relleno 26 de tipo cubierta húmeda y la bobina 32 de transferencia de calor para aumentar una velocidad de flujo del líquido que cae antes de que el líquido entre en contacto con una superficie de la bobina de transferencia de calor. En la realización ilustrada en las figuras 1 y 2, este acelerador de flujo comprende una separación vertical de suficiente magnitud para permitir una aceleración significativa del líquido que cae desde el relleno 26 de tipo cubierta húmeda sobre la bobina 32 de transferencia de calor. Preferiblemente una distancia de aproximadamente 2 pies (0,61 metros) y de hasta 6 pies (1,8 metros) o más proporcionará un aumento en la velocidad del líquido que abandona el relleno 126 de al menos 9,5 pies por segundo (2,9 metros por segundo) y de hasta 15 pies por segundo (4,6 metros por segundo) o más.
- 45 50
- Otra realización de un refrigerador de evaporación que materializa los principios de la presente invención se muestra esquemáticamente en 120 en las figuras 3 y 4 y comprende varias partes componentes similares a las descritas anteriormente. Cuando los elementos son sustancialmente idénticos a los descritos anteriormente, se usa un número de referencia similar de serie 100 para designar el elemento y la descripción del elemento y su función, si no se describe específicamente a continuación, es sustancialmente tal como se describió anteriormente con respecto a ese elemento.
- 55 60
- Hay un distribuidor de líquido mostrado generalmente en 122 y una sección de transferencia de calor directa en 124 que puede incluir dos cuerpos (relleno de tipo cubierta húmeda o simplemente relleno) 126 separados cada uno con una superficie para recibir líquido desde el distribuidor 122 de líquido. En la figura 4 sólo se muestra el relleno 126 izquierdo, pero una disposición típica podría incluir un segundo relleno idéntico a la derecha. Podría estar previsto un relleno adicional en los dos lados opuestos restantes, de modo que, en una carcasa de cuatro paredes, podrían estar previstos de 1 a 4 cuerpos de relleno tal como explica la invención.
- 60 65
- Está previsto un dispositivo 128 para mover aire según se describió anteriormente. Está prevista una sección de refrigeración indirecta en 130 y normalmente incluye al menos uno, y preferiblemente una pluralidad de conductos 132 de fluido de trabajo de transferencia de calor en forma de bucles o bobinas en una o una pluralidad de ubicaciones separadas correspondientes al número de cuerpos.
- En la realización ilustrada en las figuras 3 y 4, el relleno 126 ocupa sustancialmente toda la anchura W3 y una parte de una profundidad D3 de una carcasa 134 que encierra varios componentes del refrigerador 120 de evaporación.

La bobina 132 de transferencia de calor ocupa una anchura W4 y una profundidad D4, al menos una de las cuales es más pequeña que la correspondiente anchura W3 y profundidad D3 ocupada por el correspondiente relleno 126. Por tanto, la bobina 132 de transferencia de calor tiene un área plana más pequeña que el relleno 126.

5 Tal como se describió anteriormente, el área plana de la bobina 132 de transferencia de calor (segunda área plana) puede estar en el intervalo de aproximadamente un 20% a un 90% del área plana del cuerpo (primera área plana), aproximadamente de un 25% a un 80% de la primera área plana o aproximadamente de un 40% a un 70% de la primera área plana. Situada entre cada relleno 126 y una bobina 132 de transferencia de calor asociada hay una sección 136 de concentrador de líquido. Un colector 138 de líquido está situado para recoger líquido que fluye desde
10 la superficie de la bobina 132 de transferencia de calor. Está previsto un mecanismo 140 de recirculación de líquido para devolver el líquido calentado desde el colector 138 de líquido al distribuidor 122 de líquido.

15 El dispositivo 128 para mover aire se muestra en las figuras 3 y 4 como un ventilador de aspas situado por encima del relleno 126. Una serie de aberturas 148 de entrada de aire están previstas en la carcasa 134 adyacentes al relleno 126 de manera que se aspira aire al interior de la carcasa 134 y sobre y a través del relleno 126 en una disposición de flujo cruzado, sustancialmente perpendicular al flujo de líquido de evaporación sobre la superficie del relleno 126, y hasta salir por la parte superior de la carcasa a través de una gran abertura 150 situada por encima del ventilador. En esta disposición, que se denomina en la técnica sistema de flujo cruzado de tiro inducido, también está previsto normalmente un eliminador 152 de arrastre de gotas tal como se describió anteriormente. En la
20 disposición ilustrada, las gotas de agua recogidas caerán, por gravedad, a la sección 136 de concentrador de líquido con el otro líquido no evaporado.

25 Muchos otros tipos de dispositivos para mover aire y sus ubicaciones resultarán evidentes para los expertos en la técnica tal como se describió anteriormente. De nuevo, la construcción y ubicación precisas para el dispositivo para mover aire no es decisiva, siendo importante únicamente que se haga fluir el aire sobre la superficie del relleno 126 sobre el que se distribuye el líquido.

30 La sección 130 de transferencia de calor indirecto se ilustra esquemáticamente como que comprende al menos una bobina 132 de transferencia de calor que tiene una superficie para recibir el líquido enfriado desde el relleno 126. En una disposición de flujo cruzado tal como se ilustra en las figuras 3 y 4, normalmente están previstos dos cuerpos 126 de relleno y dos secciones 130 de transferencia de calor indirecto, aunque podría estar prevista una sola de cada una de ellas, al igual que más de dos. La bobina 132 de transferencia de calor puede adoptar diversas formas, tal como se describió anteriormente.

35 Una sección de concentrador de líquido se ilustra en 136 y está constituida, en esta realización, por un único elemento que comprende paredes 160 inclinadas que se extienden desde las paredes exteriores de la carcasa 134 y hacia dentro hacia un espacio ocupado por la bobina 132 de transferencia de calor. Por tanto, cualquier líquido que caiga desde el relleno 126 se desviará por las paredes 160 inclinadas hacia el área plana más pequeña y, por tanto, se concentrará. Otras estructuras y disposiciones para concentrar el líquido que se mueve desde la primera área
40 plana ocupada por el cuerpo hasta la segunda área plana, más pequeña, ocupada por el conducto de fluido de trabajo de transferencia de calor resultarán evidentes para los expertos en la técnica además de las descritas anteriormente.

45 En la realización ilustrada en las figuras 3 y 4, la bobina 132 de transferencia de calor está situada sustancialmente fuera del flujo de aire que atraviesa la carcasa. Es decir, el aire entra fluyendo a través de entradas 148 de aire y atraviesa el cuerpo 126 pasando a través del eliminador 152 de arrastre de gotas y pasando por el dispositivo 128 para mover aire hasta salir a través de la abertura 150.

50 La disposición ilustrada en las figuras 3 y 4 también incluye un acelerador 170 de flujo situado entre el relleno 126 y la bobina 132 de transferencia de calor para acelerar una velocidad de flujo del líquido no evaporado antes de que el líquido entre en contacto con una superficie de la bobina de transferencia de calor tal como se describió anteriormente.

55 En esta realización, de nuevo, el valor U del coeficiente de transferencia de calor puede aumentarse de al menos dos maneras, proporcionando una mayor carga de líquido en la sección 130 de transferencia de calor indirecta que en la sección 124 de transferencia de calor directa mediante la concentración del líquido entre las dos secciones, y aumentando la velocidad de flujo de líquido a través de sección de transferencia de calor indirecta.

60 Otra realización de un refrigerador de evaporación que materializa los principios de la presente invención se muestra esquemáticamente en 220 en las figuras 5 y 6 y comprende varias partes componentes similares a las descritas anteriormente. Cuando los elementos son sustancialmente idénticos a los descritos anteriormente, se usa un número de referencia similar de serie 200 para designar el elemento y la descripción del elemento y su función, si no se describe específicamente a continuación, es sustancialmente tal como se describió anteriormente con respecto a ese elemento.
65

Hay un distribuidor de líquido mostrado generalmente en 222 y una sección de transferencia de calor directa en 224

que incluye un cuerpo (relleno de tipo cubierta húmeda o simplemente relleno) 226 con una superficie para recibir líquido desde el distribuidor 222 de líquido.

5 Está previsto un dispositivo 228 para mover aire tal como se describió anteriormente. Está prevista una sección de refrigeración indirecta en 230 e incluye normalmente al menos uno, y preferiblemente una pluralidad de conductos 232 de fluido de trabajo de transferencia de calor en forma de bucles o bobinas.

10 En la realización ilustrada en las figuras 5 y 6, el relleno 226 ocupa sustancialmente toda la anchura W5 y profundidad D5 de una carcasa 234 que encierra varios de los componentes del refrigerador 220 de evaporación. La bobina 232 de transferencia de calor ocupa una anchura W6 y una profundidad D6, al menos una de las cuales es más pequeña que la correspondiente anchura W5 y profundidad D5 ocupada por el relleno 226. Por tanto, el conducto 232 de fluido de trabajo de transferencia de calor tiene un área plana más pequeña que el relleno 226.

15 Tal como se describió anteriormente, el área plana de la bobina 232 de transferencia de calor (segunda área plana) puede estar en el intervalo de aproximadamente un 20% a un 90% del área plana del relleno (primera área plana), o aproximadamente de un 25% a un 80% de la primera área plana, o aproximadamente de un 40% a un 70% de la primera área plana. Situada entre el relleno 226 y la bobina 232 de transferencia de calor hay una sección 236 de concentrador de líquido que concentra el líquido que abandona el relleno 226 antes de que entre en contacto con la bobina 232 de transferencia de calor. Un colector 238 de líquido está situado para recoger el líquido que fluye desde la superficie de la bobina 232 de transferencia de calor. Está previsto un mecanismo 40 de recirculación de líquido para devolver el líquido calentado desde el colector 238 de líquido al distribuidor 222 de líquido.

20 El dispositivo 228 para mover aire se muestra en las figuras 5 y 6 como tres sopladores 249 situados por debajo del cuerpo 226. Tres aberturas 248 de entrada de aire están previstas en la carcasa 234 por debajo del relleno 226 de manera que se aspira aire al interior de la carcasa 234 y sobre y a través del relleno 226 para salir por la parte superior de la carcasa a través de una gran abertura 250 situada por encima del soplador. En esta disposición, que se denomina en la técnica sistema a contracorriente de tiro forzado, también está previsto normalmente un eliminador 252 de arrastre de gotas. En la disposición ilustrada, las gotas de agua recogidas caerán, por gravedad, sobre el cuerpo 226 con el otro líquido distribuido.

25 Muchos otros tipos de dispositivos para mover aire y sus ubicaciones resultarán evidentes para los expertos en la técnica tal como se describió anteriormente. De nuevo, la construcción y ubicación precisa para el dispositivo para mover aire no es decisiva, siendo importante únicamente que se haga fluir el aire sobre la superficie del relleno 226 sobre el que se ha distribuido el líquido.

30 La sección 230 de transferencia de calor indirecta se ilustra esquemáticamente como que comprende al menos una bobina 232 de transferencia de calor que tiene una superficie para recibir el líquido enfriado desde el relleno 226. Este conducto puede adoptar varias formas tal como se describió anteriormente.

35 Una sección de concentrador de líquido se ilustra en 236 y está constituida, en esta realización, por un único elemento que comprende paredes 260 inclinadas que se extienden desde las paredes exteriores de la carcasa 234 y hacia dentro hacia un espacio ocupado por la bobina 232 de transferencia de calor. Por tanto, cualquier líquido que caiga desde el relleno 226 se desviará por las paredes 260 inclinadas hacia el área plana más pequeña y, por tanto, se concentrará. Otras estructuras y disposiciones para concentrar el líquido que se mueve desde la primera área plana ocupada por el relleno hasta la segunda área plana, más pequeña, ocupada por la bobina de transferencia de calor resultarán evidentes para los expertos en la técnica además de las descritas anteriormente.

40 La disposición ilustrada en las figuras 5 y 6 también incluye un acelerador 270 de flujo situado entre el cuerpo 226 y el conducto 232 de fluido de trabajo de transferencia de calor para acelerar una velocidad de flujo del líquido enfriado antes de que el líquido entre en contacto con una superficie de la bobina de transferencia de calor tal como se describió anteriormente.

45 En esta realización, de nuevo, el valor U del coeficiente de transferencia de calor puede aumentarse de al menos dos maneras, proporcionando una mayor carga de líquido en la sección 230 de transferencia de calor indirecta que en la sección 224 de transferencia de calor directa mediante la concentración del líquido entre las dos secciones, y aumentando la velocidad del flujo de líquido que atraviesa la sección de transferencia de calor indirecta.

50 Tal como resulta evidente a partir de la memoria descriptiva anterior, la invención es susceptible de realizarse con diversas alteraciones y modificaciones que pueden diferir particularmente de las que se han descrito en la anterior memoria descriptiva y descripción. Ha de entenderse que se desea abarcar dentro del alcance de la patente concedida todas aquellas modificaciones que puedan entrar, razonable y apropiadamente, dentro del alcance de nuestra contribución a la técnica.

REIVINDICACIONES

1. Refrigerador (20, 120, 220) de evaporación que comprende:
 - 5 un distribuidor (22, 122, 222) de líquido;

un cuerpo (26, 126, 226) que tiene una superficie y que ocupa una primera área plana para recibir líquido desde dicho distribuidor (22, 122, 222) de líquido sobre dicha superficie sustancialmente por toda dicha primera área plana;
 - 10 un dispositivo (28, 128, 228) para mover aire dispuesto para generar un flujo de aire;

estando situada dicha superficie del cuerpo en dicho flujo de aire y provocando dicho flujo de aire que se evapora una pequeña parte de dicho líquido recibido por dicho cuerpo (26, 126, 226), enfriando así una parte restante no evaporada de dicho líquido;
 - 15 un conducto (32, 132, 232) de fluido de trabajo de transferencia de calor que contiene un fluido de trabajo y situado sustancialmente fuera de dicho flujo de aire;

teniendo dicho conducto (32, 132, 232) de fluido de trabajo de transferencia de calor una superficie dispuesta para recibir sustancialmente toda dicha parte de líquido no evaporada desde dicho cuerpo (26, 126, 226) sobre la misma en una relación de transferencia de calor para calentar dicha parte de líquido no evaporada y para enfriar dicho fluido de trabajo;
 - 20 un colector (38, 138, 238) de líquido dispuesto para recibir sustancialmente toda dicha parte de líquido no evaporada que abandona dicho conducto (32, 132, 232) de fluido de trabajo de transferencia de calor; y

un mecanismo (40, 140, 240) de recirculación de líquido dispuesto para devolver dicha parte de líquido no evaporada a dicho distribuidor (22, 122, 222) de líquido;
 - 30 dicho conducto (32, 132, 232) de fluido de trabajo de transferencia de calor tiene una segunda área plana dimensionada más pequeña que dicha primera área plana y está por debajo de dicho cuerpo (26, 126, 226) con un espacio vertical entre dicho cuerpo (26, 126, 226) y dicha superficie de dicho conducto (32, 132, 232) de fluido de trabajo de transferencia de calor, un concentrador (36, 136, 236) de líquido está dispuesto entre dicho cuerpo (26, 126, 226) y dicho conducto (32, 132, 232) de fluido de trabajo de transferencia de calor por encima de dicha superficie de dicho conducto (32, 132, 232) de fluido de trabajo de transferencia de calor para concentrar sustancialmente toda dicha parte de líquido no evaporada desde dicha primera área plana a través de dicho espacio sustancialmente en dicha segunda área plana sobre dicho conducto (32, 132, 232) de fluido de trabajo de transferencia de calor; estando dicho refrigerador (20, 120, 220) de evaporación caracterizado porque un acelerador (70, 170, 270) de flujo está situado por encima de dicho conducto (32, 132, 232) de fluido de trabajo de transferencia de calor y entre dicho cuerpo (26, 126, 226) y dicho conducto (32, 132, 232) de fluido de trabajo de transferencia de calor para acelerar una velocidad de flujo de dicha parte de líquido no evaporada en al menos 2,9 metros/segundo (9,5 pies/segundo) a través de dicho espacio antes de entrar en contacto con dicho conducto (32, 132, 232) de fluido de trabajo de transferencia de calor.

45
2. Refrigerador (20, 120, 220) de evaporación según la reivindicación 1, caracterizado además porque dicho espacio entre dicho conducto (32, 132, 232) de fluido de trabajo de transferencia de calor y dicho cuerpo (26, 126, 226) se extiende por una distancia vertical de al menos 0,61 metros (24 pulgadas).
3. Refrigerador (20, 120, 220) de evaporación según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado además porque dicho conducto (32, 132, 232) de fluido de trabajo de transferencia de calor y dicho cuerpo (26, 126, 226) están situados por encima de dicho colector (38, 138, 238) de líquido.
4. Refrigerador (20, 220) de evaporación según cualquier reivindicación anterior, caracterizado además porque dicho concentrador (36, 236) de líquido comprende dicho espacio entre dicho conducto (32, 232) de fluido de trabajo de transferencia de calor y entradas (48, 248) de aire para dicho dispositivo para mover aire dispuesto en dicho espacio entre dicho cuerpo (26, 226) y dicho conducto (32, 232) de fluido de trabajo de transferencia de calor, de manera que una corriente de aire que fluye desde dichas entradas (48, 248) de aire en dicho espacio concentrará dicha parte de líquido no evaporada desde dicha primera área plana sustancialmente en dicha segunda área plana a medida que dicha parte de líquido no evaporada cae entre dicho cuerpo (26, 226) y dicho conducto (32, 232) de fluido de trabajo de transferencia de calor.
5. Refrigerador (20, 120, 220) de evaporación según cualquier reivindicación anterior, en el que dicho colector (38, 138, 238) de líquido comprende una bandeja abierta.

6. Refrigerador (20, 120, 220) de evaporación según cualquier reivindicación anterior, en el que dicho mecanismo (40, 140, 240) de recirculación de líquido comprende una bomba (62, 162, 262).
- 5 7. Refrigerador (20, 120, 220) de evaporación según cualquier reivindicación anterior, en el que dicho distribuidor (22, 122, 222) de líquido comprende al menos una boquilla (42, 142, 242).
8. Refrigerador (20, 120, 220) de evaporación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que dicho distribuidor (22, 122, 222) de líquido comprende un paso (44, 144, 244) de líquido perforado.
- 10 9. Refrigerador (20, 120, 220) de evaporación según cualquier reivindicación anterior, en el que dicho cuerpo (26, 126, 226) comprende un relleno de tipo cubierta húmeda.
10. Refrigerador (20, 120, 220) de evaporación según cualquier reivindicación anterior, en el que dicho cuerpo (26, 126, 226) comprende una pila de materiales de lámina orientados verticalmente.
- 15 11. Refrigerador (20, 120, 220) de evaporación según la reivindicación 10, en el que dichos materiales de lámina no son planos.
12. Refrigerador (20, 120) de evaporación según cualquier reivindicación anterior, en el que dicho dispositivo (28, 128) para mover aire comprende un ventilador.
- 20 13. Refrigerador (220) de evaporación según cualquier reivindicación anterior, en el que dicho dispositivo (228) para mover aire comprende un soplador (249).
- 25 14. Refrigerador (20, 120, 220) de evaporación según cualquier reivindicación anterior, en el que dicho conducto (32, 132, 232) de fluido de trabajo de transferencia de calor comprende al menos una bobina de tubería.
- 30 15. Refrigerador (20, 120, 220) de evaporación según cualquier reivindicación anterior, en el que dicho conducto (32, 132, 232) de fluido de trabajo de transferencia de calor está situado completamente fuera de dicho flujo de aire.
- 35 16. Refrigerador (20, 120, 220) de evaporación según la reivindicación 1, en el que dicho concentrador (36, 136, 236) de líquido comprende paredes (60, 160, 260) en ángulo que se extienden en ángulos divergentes hacia arriba y hacia fuera con respecto a dicho conducto (32, 132, 232) de fluido de trabajo de transferencia de calor.
- 40 17. Refrigerador (20, 220) de evaporación según cualquier reivindicación anterior, en el que dicho dispositivo (28, 228) para mover aire está dispuesto para generar dicho flujo de aire sobre dicha superficie de dicho cuerpo (26, 226) en una dirección contraria a una dirección de un flujo de dicho líquido sobre dicha superficie de dicho cuerpo (26, 226).
- 45 18. Refrigerador (120) de evaporación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16, en el que dicho dispositivo (128) para mover aire está dispuesto para generar dicho flujo de aire sobre dicha superficie de dicho cuerpo (126) en una dirección sustancialmente perpendicular a una dirección de un flujo de dicho líquido sobre dicha superficie de dicho cuerpo (126).
- 50 19. Refrigerador (20, 120, 220) de evaporación según cualquier reivindicación anterior, caracterizado además porque dicha segunda área plana está en un intervalo de aproximadamente un 20% a un 90% de dicha primera área plana.
20. Refrigerador (20, 120, 220) de evaporación según la reivindicación 19, caracterizado además porque dicha segunda área plana está en un intervalo de aproximadamente un 25% a un 80% de dicha primera área plana.
- 55 21. Refrigerador (20, 120, 220) de evaporación según la reivindicación 20, caracterizado además porque dicha segunda área plana está en un intervalo de aproximadamente un 40% a un 70% de dicha primera área plana.
- 60 22. Refrigerador (20, 120, 220) de evaporación según cualquier reivindicación anterior, en el que dicho conducto (32, 132, 232) de fluido de trabajo de transferencia de calor comprende un conjunto de bobina con una entrada situada por debajo de una salida de manera que puede dirigirse un fluido de trabajo líquido a dicha entrada para fluir hacia arriba a través de dicho conjunto de bobina, intercambiando energía calorífica a través de las paredes de dicho conjunto de bobina con dicha parte de líquido no evaporada que fluye hacia abajo sobre la misma para enfriar dicho fluido de trabajo líquido, y dicho fluido de trabajo líquido saldrá de dicho conjunto de bobina a través de dicha salida.
- 65

23. Refrigerador (20, 120, 220) de evaporación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 21, en el que dicho conducto (32, 132, 232) de fluido de trabajo de transferencia de calor comprende un conjunto de bobina con una entrada situada por encima de una salida de manera que puede dirigirse un fluido de trabajo gaseoso a dicha entrada para fluir hacia abajo a través de dicho conjunto de bobina, intercambiando energía calorífica a través de las paredes de dicho conjunto de bobina con dicha parte de líquido no evaporada que fluye hacia abajo sobre la misma para condensar dicho fluido de trabajo gaseoso en un líquido, y dicho fluido de trabajo líquido saldrá de dicho conjunto de bobina a través de dicha salida.
24. Método de enfriamiento de un fluido de trabajo dentro de una carcasa (34, 134, 234) de un refrigerador (20, 120, 220) de evaporación, comprendiendo dicho método las etapas de:
- dispensar un líquido sobre una superficie de un cuerpo (26, 126, 226) en el que dicho cuerpo (26, 126, 226) ocupa una primera área plana;
- hacer fluir aire sobre dicha superficie del cuerpo para producir una evaporación de una pequeña parte de dicho líquido, enfriando así una parte restante no evaporada de dicho líquido;
- dispensar dicha parte de líquido no evaporada sobre una superficie exterior de un conducto (32, 132, 232) de fluido de trabajo de transferencia de calor;
- hacer fluir dicho fluido de trabajo a través de dicho conducto (32, 132, 232) de fluido de trabajo de transferencia de calor para transferir calor de dicho fluido de trabajo a dicha parte no evaporada de dicho líquido para calentar dicha parte no evaporada de dicho líquido y para enfriar dicho fluido de trabajo;
- recoger dicha parte no evaporada de líquido calentado que abandona dicha superficie exterior de dicho conducto (32, 132, 232) de fluido de trabajo de transferencia de calor mediante un colector (38, 138, 238) de líquido y hacer recircular dicha parte no evaporada de líquido calentado sobre dicho cuerpo;
- estando dicho método caracterizado por mantener dicho conducto (32, 132, 232) de fluido de trabajo de transferencia de calor en un área sustancialmente libre de un flujo de aire, y concentrar, acelerar y dispensar dicha parte de líquido no evaporada desde dicho cuerpo (26, 126, 226) a dicha superficie exterior de dicho conducto (32, 132, 232) de fluido de trabajo de transferencia de calor, que ocupa una segunda área plana más pequeña que dicha primera área plana y está por debajo de dicho cuerpo (26, 126, 226) con un espacio vertical entre dicho cuerpo (26, 126, 226) y dicha superficie exterior de dicho conducto (32, 132, 232) de fluido de trabajo de transferencia de calor, provocando dicha aceleración que la velocidad de flujo de dicha parte de líquido no evaporada se acelere en al menos 2,9 metros por segundo (9,5 pies/segundo) a través de dicho espacio entre dicho cuerpo (26, 126, 226) y dicho conducto (32, 132, 232) de fluido de trabajo de transferencia de calor antes de entrar en contacto con dicho conducto (32, 132, 232) de fluido de trabajo de transferencia de calor.
25. Método según la reivindicación 24, caracterizado además porque dicho conducto (32, 132, 232) de fluido de trabajo de transferencia de calor está situado por encima de dicho colector (38, 138, 238) de líquido.
26. Método según la reivindicación 24 ó 25, caracterizado además porque dicho espacio se extiende por una distancia vertical de al menos 0,61 metros (24 pulgadas) por debajo de dicho cuerpo (26, 126, 226) hasta dicho conducto (32, 132, 232) de fluido de trabajo de transferencia de calor.
27. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 24 a 26, caracterizado además por dejar caer dicha parte de líquido no evaporada pasando por unas entradas (48) de aire al interior de dicha carcasa (34) a través de dicho espacio entre dicho cuerpo (26) y dicha superficie exterior de dicho conducto (32) de fluido de trabajo de transferencia de calor, de manera que dicho flujo de aire mientras fluye desde dichas entradas (48) de aire hasta dicho cuerpo (26) concentrará dicha parte de líquido no evaporada desde dicha primera área plana en dicha segunda área plana.

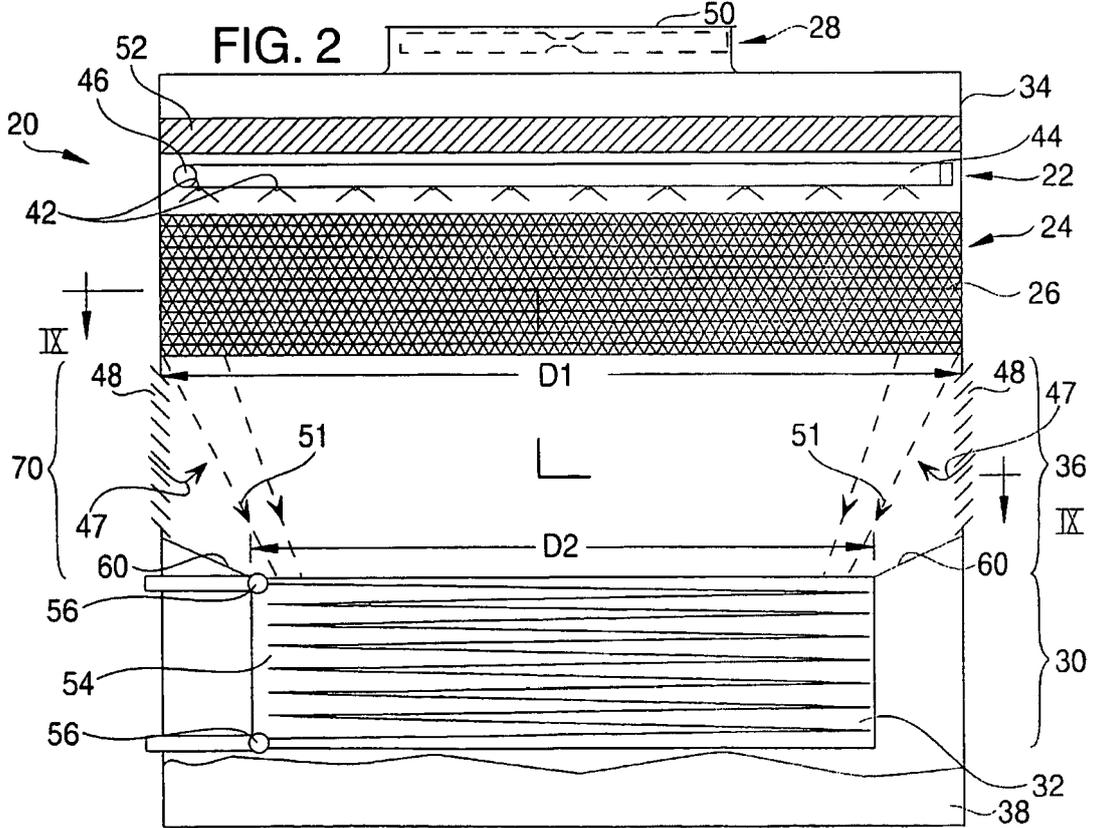
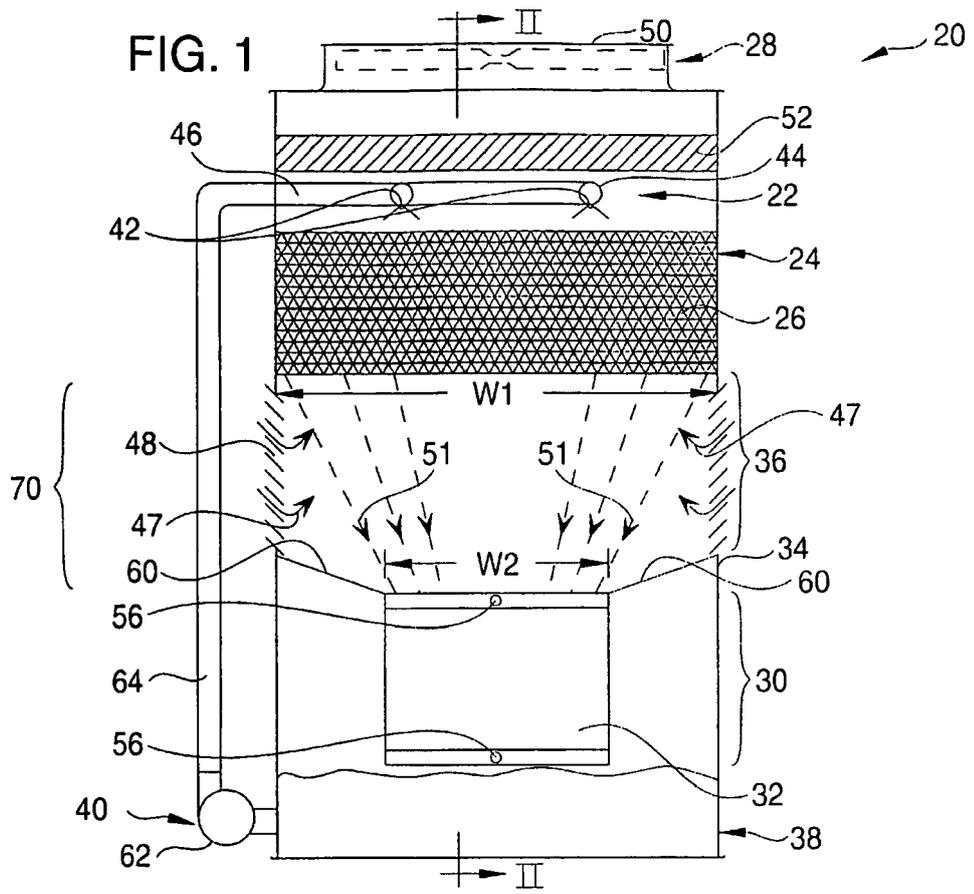
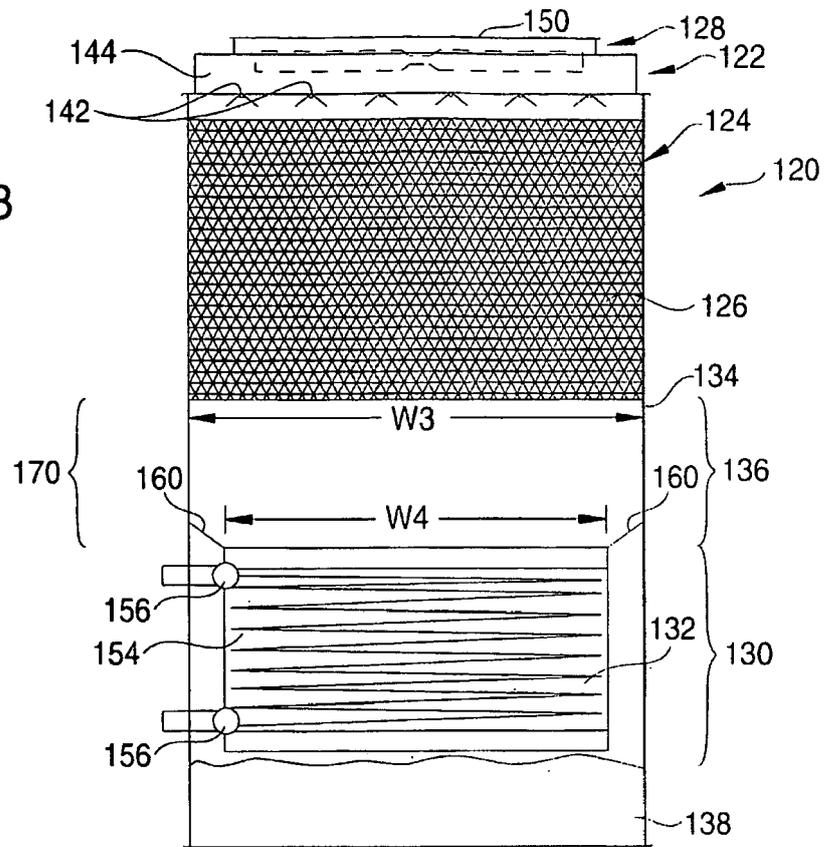


FIG. 3



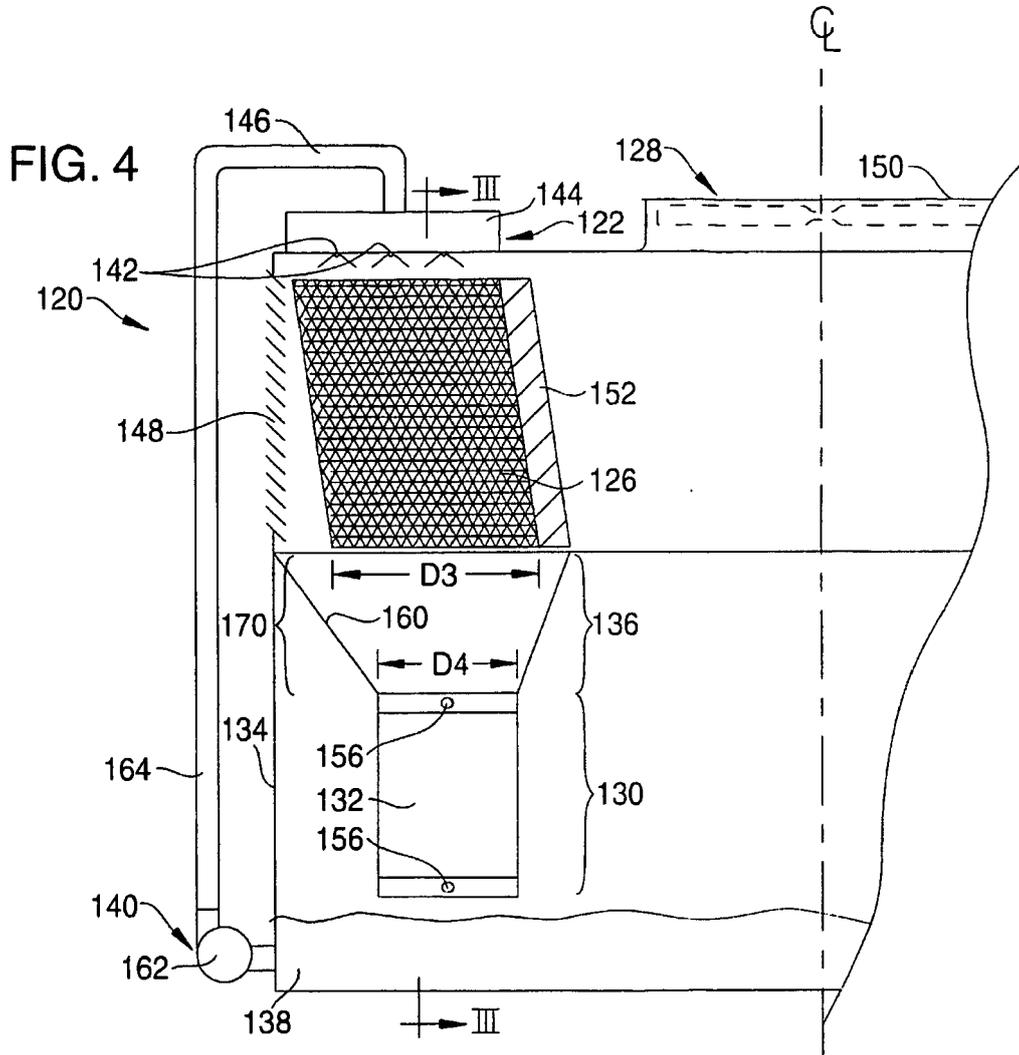


FIG. 5

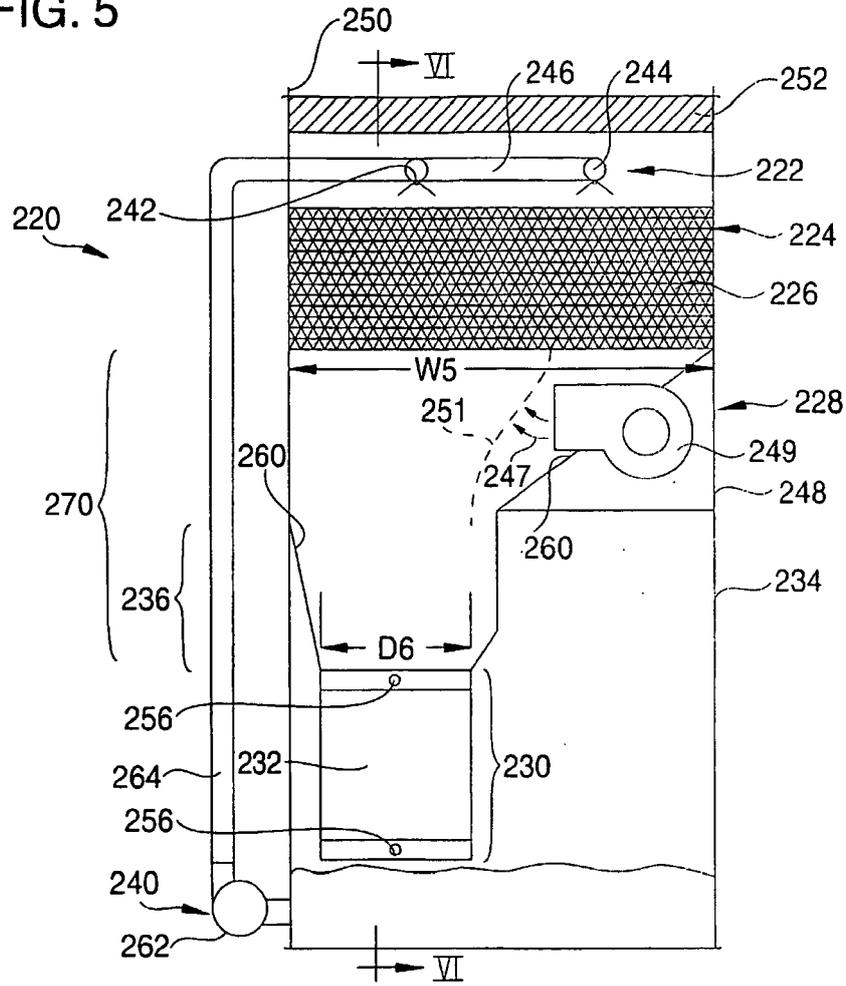


FIG. 6

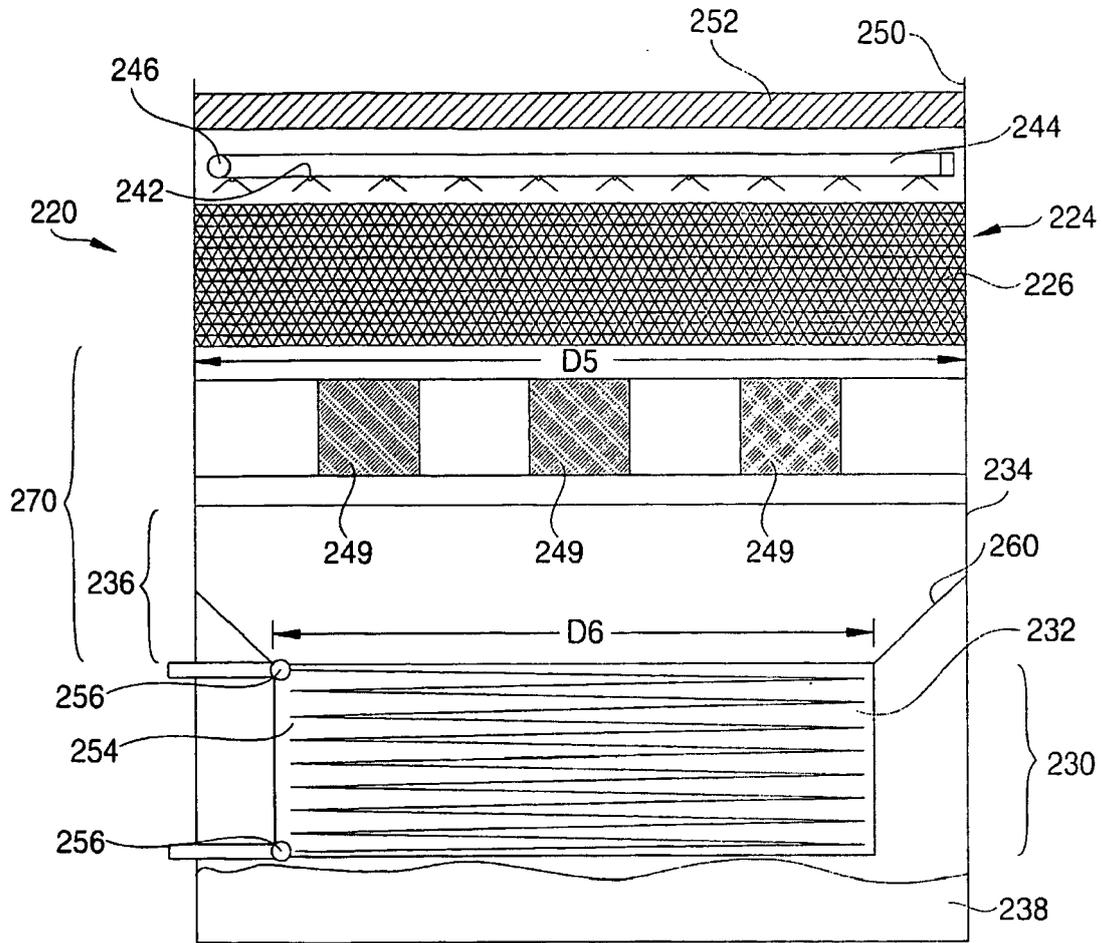


FIG. 7

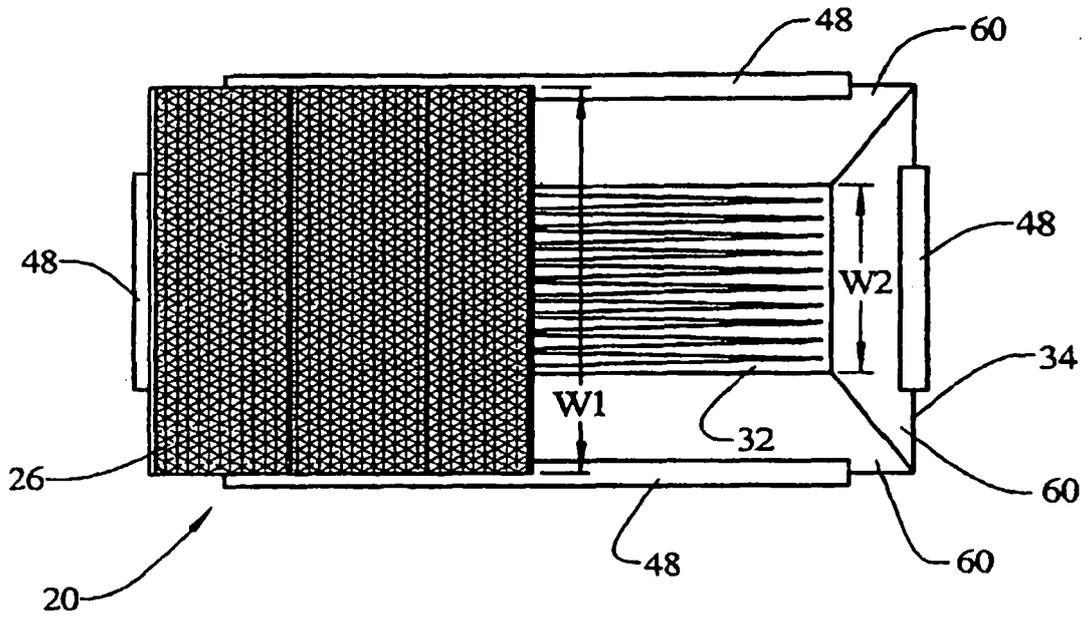


FIG. 8

