

REFRIGERACIÓN DE CELDAS DE CHORRO CON FLUJO DE AIRE GUIADO

REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS

Esta solicitud reivindica prioridad a la Solicitud de patente estadounidense 16/745,232, presentada el 16 de enero de 2020, que es una solicitud de continuación de la Solicitud de patente estadounidense 16/453,834, presentada el 26 de junio de 2019, las cuales se incorporan en el presente documento en su totalidad.

CAMPO TÉCNICO

Esta memoria descriptiva se refiere a la tecnología para la refrigeración de manera eficiente de artículos físicos en una celda de chorro.

ANTECEDENTES

La congelación por chorro de aire convectivo es un proceso mediante el cual se facilita la congelación de artículos como alimentos al hacer fluir aire muy frío sobre los artículos a través de la fuerza mecánica. Tal congelación por chorro de aire se puede utilizar, normalmente, para volúmenes muy grandes de productos que se transportan en palés. Se puede usar un flujo de aire de miles de pies cúbicos por minuto (CFM) para congelar. La congelación por chorro se usa, normalmente, en alimentos perecederos (p. ej., frutas y carnes) geográficamente cerca de su punto de procesamiento inicial de alimentos. A continuación, tales productos pueden almacenarse durante un período corto o largo en un almacén congelado y luego transportarse a un punto cercano a su uso, tal como a una tienda de comestibles o un almacén operado por una tienda de comestibles en particular.

Tales alimentos se descomponen en gran parte porque incluyen agua, que cuando no está congelada, es un ambiente acogedor para las bacterias y otros patógenos. La congelación por chorro puede prevenir este proceso y, por lo tanto, se emplea ampliamente en la industria de distribución de alimentos. La congelación por chorro puede ser un gran y costoso consumidor de electricidad, gas natural u otros mecanismos necesarios para hacer funcionar enfriadores, ventiladores y otros equipos necesarios para realizar tal refrigeración a gran escala.

SUMARIO

Este documento describe, generalmente, la tecnología para la refrigeración de artículos tales como alimentos perecederos. Algunas realizaciones descritas en el presente documento incluyen un sistema de refrigeración de artículos para artículos de congelación por chorro. Algunos ejemplos del sistema incluyen un sistema de celda de chorro que tiene una o más celdas de chorro.

El sistema de celda de chorro de la presente divulgación proporciona diseños simples y fácilmente escalables que evitan el ciclo corto del flujo de aire a través de cualquier palé en diferentes niveles (p. ej., filas) en las celdas de chorro. Además, el sistema de celda de chorro puede reducir la turbulencia en la circulación de aire en las celdas de chorro. En algunos ejemplos, los diferentes niveles en una celda de chorro se proporcionan con canales de succión separados configurados para dirigir el flujo de aire que se extrae de los niveles respectivos a un ventilador en la celda de chorro. Los canales de succión pueden diseñarse para proporcionar vías de fluido independientes que estén en comunicación fluida con diferentes niveles en un espacio de la bahía de una celda de chorro, tal que el flujo de aire que ha pasado a través de los niveles respectivos se divida y atraviese los canales independientes hacia un ventilador que funciona para extraer aire del espacio de la bahía en la celda de chorro. Los canales de succión pueden formar una circulación de aire en circuito cerrado a través de diferentes niveles en el espacio de la bahía de la celda de chorro y proporcionar un efecto de aspiración en la circulación de aire en la celda de chorro.

Algunos ejemplos de la celda de chorro de la presente divulgación incluyen una o más guías de flujo de aire para reducir el aire turbulento y mejorar el flujo en la circulación de aire en la celda de chorro. Las guías de flujo de aire incluyen estructuras aerodinámicas. En algunos ejemplos, las guías de flujo de aire incluyen paletas giratorias que están dispuestas en bordes afilados o esquinas de la celda de chorro para reducir las turbulencias y proporcionar un flujo de aire eficiente. Por ejemplo, las paletas giratorias pueden disponerse en una esquina adyacente a la entrada de una celda y estar en comunicación fluida con una cámara que deja pasar el aire empujado desde el ventilador. Las paletas giratorias están configuradas para curvarse de modo que el aire que pasa a través de las paletas giratorias sea aerodinámico.

En algunos ejemplos, las guías de flujo de aire incluyen una rampa que está dispuesta de manera amovible entre el espacio de la bahía y la entrada de la celda y proporciona una superficie de corriente de aire que mejora el flujo de aire que ingresa al espacio de la bahía con poca o sin turbulencias. La rampa se puede instalar cuando la celda de chorro está cerrada con una puerta. La rampa se puede retirar para permitir la entrada de palés cuando la celda de chorro está al menos parcialmente abierta con la puerta al menos parcialmente retirada.

Las realizaciones particulares descritas en el presente documento incluyen un aparato para la refrigeración de artículos. El aparato incluye una carcasa, un ventilador y una pluralidad de canales. La carcasa puede definir un espacio de la

bahía e incluir una pluralidad de filas en el espacio de la bahía. Cada una de la pluralidad de filas está configurada para contener uno o más palés de artículos a refrigerar. El ventilador está dispuesto lejos del espacio de la bahía y configurado para hacer circular el aire a través del espacio de la bahía en la carcasa. El ventilador es operable para extraer el aire de una región trasera del espacio de la bahía y descargar el aire hacia una región delantera opuesta del espacio de la bahía. La pluralidad de canales está dispuesta entre la región trasera del espacio de la bahía y el ventilador. Cada uno de la pluralidad de canales define una vía de fluido desde una fila correspondiente de la pluralidad de filas al ventilador y está configurado para dirigir el flujo de aire desde la región trasera del espacio de la bahía al ventilador a través de la vía de fluido.

En algunas implementaciones, el sistema puede incluir, opcionalmente, una o más de las siguientes características. La pluralidad de canales puede tener cada uno un extremo de estirado adyacente a la región trasera del espacio de la bahía y un extremo de descarga adyacente al ventilador. El extremo de descarga tiene un ancho más estrecho que el extremo de estirado. La pluralidad de canales puede tener cada uno un ancho que gradualmente se vuelve más pequeño desde un extremo de estirado adyacente a la región trasera del espacio de la bahía hasta un extremo de descarga opuesto adyacente al ventilador. La pluralidad de canales puede incluir una o más paredes curvadas entre el extremo de estirado y el extremo de descarga.

El aparato puede incluir además una cámara de admisión que tiene un extremo delantero y un extremo trasero. El extremo delantero está en comunicación con la región delantera del espacio de la bahía, y el extremo trasero está en comunicación con la región trasera del espacio de la bahía. El ventilador puede disponerse para hacer fluir el aire desde el extremo trasero de la cámara de admisión hacia el extremo delantero de la cámara de admisión. La pluralidad de canales de sección está dispuesta entre la región trasera del espacio de la bahía y el extremo trasero de la cámara de admisión. La cámara de admisión puede disponerse para estar separada del espacio de la bahía de la carcasa. El ventilador puede disponerse adyacente al extremo trasero de la cámara de admisión.

El aparato puede incluir además una guía de flujo de aire dispuesta en una esquina de la carcasa y configurada para agilizar el flujo de aire en la esquina con turbulencia reducida. La guía de flujo de aire puede incluir una pluralidad de paletas giratorias configuradas para proporcionar pasos de aire curvados en la esquina. La guía de flujo de aire puede incluir una rampa dispuesta de manera amovible entre

la región delantera del espacio de la bahía y una entrada de la carcasa. La rampa está configurada para proporcionar una superficie a lo largo de la cual fluye el aire.

El aparato puede incluir además una puerta configurada para abrir o cerrar selectivamente una entrada de la carcasa a través de la cual se mueven los artículos al espacio de la bahía. La entrada se puede disponer más cerca de la región delantera del espacio de la bahía que de la región trasera del espacio de la bahía.

La pluralidad de canales de sección se puede disponer en diferentes niveles separados por al menos un estante en el espacio de la bahía. El aparato se puede configurar como un congelador por chorro. El ventilador puede ser un ventilador reversible configurado para dirigir el aire en cualquiera de las direcciones opuestas en la carcasa.

El aparato puede incluir además un ventilador de refuerzo configurado para dirigir el aire en una dirección opuesta a la dirección del aire circulado por el ventilador.

Las realizaciones particulares descritas en el presente documento incluyen un método para la refrigeración de artículos. El método comprende proporcionar una pluralidad de filas en un espacio de la bahía de una carcasa, estando cada fila configurada para contener artículos a refrigerar; suministrar el aire de un evaporador con un ventilador a través de una cámara de admisión, estando la cámara de admisión configurada para dirigir el aire hacia una región delantera del espacio de la bahía; y extraer, con el ventilador, el aire de una región trasera del espacio de la bahía a través de vías de fluido definidas por una pluralidad de canales, estando la pluralidad de canales dispuestos entre la región trasera del espacio de la bahía y el ventilador y estando en comunicación fluida con la pluralidad de filas, respectivamente.

En algunas implementaciones, el sistema puede incluir, opcionalmente, una o más de las siguientes características. La pluralidad de canales puede tener cada uno un extremo de estirado adyacente a la región trasera del espacio de la bahía y un extremo de descarga adyacente al ventilador. El extremo de descarga tiene un ancho más estrecho que el extremo de estirado. La pluralidad de canales puede tener cada uno un ancho que gradualmente se vuelve más pequeño desde un extremo de estirado adyacente a la región trasera del espacio de la bahía hasta un extremo de descarga opuesto adyacente al ventilador. La pluralidad de canales puede incluir una o más paredes curvadas entre el extremo de estirado y el extremo de descarga.

El método puede incluir además dirigir el aire a través de una guía de flujo de

aire antes o después del espacio de la bahía. La guía de flujo de aire puede incluir una pluralidad de paletas giratorias configuradas para proporcionar pasos de aire curvados en una esquina de la carcasa.

Las realizaciones particulares descritas en el presente documento incluyen un aparato para la refrigeración de artículos. El aparato incluye una pluralidad de celdas dispuestas una al lado de la otra. Cada celda puede incluir una carcasa, una cámara de admisión, un ventilador y una pluralidad de canales de sección. La carcasa define un espacio de la bahía e incluye una pluralidad de secciones en el espacio de la bahía. Cada una de la pluralidad de secciones de la bahía está configurada para contener artículos que se van a refrigerar. La cámara de admisión se puede disponer en un lado superior de la carcasa sobre el espacio de la bahía. La cámara de admisión tiene un extremo delantero y un extremo trasero. El extremo delantero está en comunicación con una región delantera del espacio de la bahía, y el extremo trasero está en comunicación con una región trasera del espacio de la bahía. El ventilador puede disponerse en el lado superior de la carcasa y adyacente al extremo trasero de la cámara de admisión. El ventilador está configurado para hacer circular el aire a través del espacio de la bahía en la carcasa. El ventilador es operable para extraer el aire de la región trasera del espacio de la bahía y suministrar el aire a través de la cámara de admisión hacia la región delantera del espacio de la bahía. La pluralidad de canales de sección se puede disponer entre la región trasera del espacio de la bahía y el extremo trasero de la cámara de admisión. La pluralidad de canales de sección puede estar en comunicación fluida con la pluralidad de secciones de bahía, respectivamente, y configurada para dirigir el flujo de aire desde la región trasera del espacio de la bahía hacia el extremo trasero de la cámara de admisión.

En algunas implementaciones, el sistema puede incluir, opcionalmente, una o más de las siguientes características. El aparato puede incluir además un evaporador configurado para refrigerar el aire corriente arriba del ventilador.

Las implementaciones descritas en el presente documento pueden proporcionar una o más de las siguientes ventajas. Primero, algunas realizaciones descritas en el presente documento incluyen un sistema de celda de chorro que proporciona refrigeración a menor costo, mayor velocidad o con mayor uniformidad de temperatura en comparación con una celda de chorro que no tiene canales de succión y/o guías de flujo de aire. Por ejemplo, los canales de succión en la celda de chorro permiten que el aire se aspire uniformemente a través de diferentes niveles en una celda de chorro. Los canales de succión están configurados para

definir vías de fluido para niveles individuales en una celda de chorro y proporcionar un flujo de aire separado a través de cada nivel de la celda de chorro. Por lo tanto, el flujo de aire a través de uno de los niveles tiene poca o ninguna influencia en el flujo de aire a través de los otros niveles. Además, el flujo de aire que se aspira a través de los canales de succión puede crear un efecto de vacío que promueve un flujo de aire efectivo a través de todos los palés en los niveles respectivos en la celda de chorro, independientemente de cuánto se llene cada nivel con palés de artículos.

En segundo lugar, algunas realizaciones descritas en el presente documento incluyen un sistema de celda de chorro que reduce la turbulencia en la circulación de aire en una celda de chorro, mejorando de este modo la eficiencia en la refrigeración de palés de los artículos. Por ejemplo, las guías de flujo de aire, tales como las paletas de retorno y la rampa, están estructuradas para agilizar el flujo de aire y reducir la turbulencia que de otro modo se crearía en regiones particulares de la celda de chorro, tales como las esquinas y la entrada de la celda de chorro.

En tercer lugar, algunas realizaciones descritas en el presente documento incluyen un sistema de celda de chorro que es fácilmente escalable y flexible en diferentes aplicaciones. Por ejemplo, los canales de succión y las guías de flujo de aire del sistema de celda de chorro son estructuras simples que se pueden implementar fácilmente en diferentes tamaños y números. Además, los canales de succión y las guías de flujo de aire no requieren dispositivos o elementos eléctricos adicionales, ni implican una operación manual o automatización compleja.

Los detalles de una o más implementaciones se exponen en los dibujos adjuntos y en la siguiente descripción. Otras características y ventajas serán evidentes a partir de la descripción y los dibujos así como de las reivindicaciones.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1 es una vista en perspectiva de un ejemplo de sistema de celda de chorro.

La figura 2 es una vista en perspectiva lateral de una celda de chorro de ejemplo con una de las paredes laterales opuestas retirada.

La figura 3 es una vista en perspectiva en sección transversal de la celda de chorro de la figura 2 con palés cargados.

La figura 4 es una vista en sección transversal lateral de la celda de chorro de la figura 2.

La figura 5 es una vista en perspectiva lateral de otra celda de chorro de ejemplo con una guía de flujo de aire de ejemplo.

La figura 6 es una vista en sección transversal lateral de otra celda de chorro de ejemplo con una guía de flujo de aire de ejemplo.

La figura 7 es un diagrama de flujo de un método de ejemplo para hacer funcionar el sistema de celda de chorro.

La figura 8 es un diagrama de bloques de un dispositivo informático de ejemplo que puede usarse para implementar los sistemas y métodos descritos en el presente documento.

La figura 9 es una vista en perspectiva de un ejemplo de sistema de celda de chorro.

La figura 10 es una vista en perspectiva lateral de una celda de chorro de ejemplo con una de las paredes laterales opuestas retirada.

La figura 11 es una vista en sección transversal lateral de la celda de chorro de la figura 10.

La figura 12 ilustra una celda de chorro de ejemplo capaz de invertir el flujo de aire.

La figura 13 ilustra otra celda de chorro de ejemplo capaz de invertir el flujo de aire.

La figura 14 ilustra un ciclo de celdas de chorro de ejemplo.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES ILUSTRATIVAS

A continuación, se describen diversas implementaciones de métodos y sistemas para la refrigeración (p. ej., congelación por chorro) de artículos tales como alimentos perecederos que se han empaquetado previamente como grupos de artículos en palés de transporte y almacenamiento. Los sistemas y técnicas analizados en el presente documento proporcionan celdas de chorro simples y fácilmente escalables que evitan ciclos cortos del flujo de aire a través de los artículos de las celdas de chorro. Cada celda de chorro puede incluir una pluralidad de canales de succión que proporcionen vías de fluido independientes para dirigir el aire aspirado de diferentes filas de la celda de chorro hacia el ventilador.

Haciendo referencia a la figura 1, un sistema de celda de chorro 100 de ejemplo está configurado para refrigerar artículos cargados en el mismo. Aunque el sistema de celda de chorro 100 se describe principalmente en el presente documento como un congelador, se entiende que el sistema de celda de chorro 100 se puede usar como enfriador con o sin modificación. El sistema de celda de chorro 100 puede incluir una o más celdas de chorro 102, estando cada una configurada para recibir artículos y funcionar para refrigerar los artículos cargados en el mismo. En el ejemplo ilustrado, las celdas de chorro 102 están dispuestas una al lado de la

otra. En otros ejemplos, al menos una de las celdas de chorro 102 está dispuesta a una distancia de una celda de chorro 102 adyacente. También son posibles otras configuraciones.

En este ejemplo, el sistema de celda de chorro 100 puede tener decenas de pies de ancho y alto, tal como, por ejemplo, de 10 a 100 pies de ancho y de 10 a 50 pies de alto. El sistema de celda de chorro 100 puede ubicarse dentro de un edificio de almacenamiento, tal como en un almacén típico, y puede descansar sobre un suelo de concreto o similar.

En algunas realizaciones, las celdas de chorro 102 están separadas entre sí y estructuradas como un aparato autónomo. Por ejemplo, las celdas de chorro 102 están modularizadas de modo que las celdas de chorro 102 sean estructuralmente idénticas o similares entre sí. Se puede instalar un número deseado de celdas de chorro 102 conjuntamente, tal como una al lado de la otra, como se ilustra en la figura 1, para proporcionar el sistema de celda de chorro 100. En otros ejemplos, el sistema de celda de chorro 100 tiene un solo espacio entre las paredes laterales 104, 106 opuestas que está dividido por una o más paredes intermedias para crear múltiples celdas de chorro 102.

En algunas realizaciones, las celdas de chorro 102 funcionan simultáneamente bajo el mismo esquema operativo. En otras realizaciones, al menos una de las celdas de chorro 102 es operable individualmente. Por ejemplo, algunas celdas de chorro 102 pueden funcionar bajo diferentes esquemas operativos de las otras celdas de chorro 102.

Haciendo referencia a las figuras 2-4, se describe adicionalmente un ejemplo de la celda de chorro 102. La celda de chorro 102 puede incluir una carcasa 110, una puerta 120, un ventilador 130, un conjunto de canal de succión de aire 140 y una cámara de admisión 150.

La carcasa 110 tiene un lado frontal 122, un lado trasero 125 opuesto al lado frontal 122, un lado superior 126 y un lado inferior 127 opuesto. El lado frontal 122 puede proporcionar una abertura de entrada a través de la cual se cargan o se descargan los artículos 90. Como se describe en el presente documento, la entrada puede cerrarse o abrirse selectivamente con la puerta 120. La celda de chorro 102 puede instalarse para funcionar con el lado inferior 127 de la carcasa 110 colocado en el suelo u otra estructura.

La carcasa 110 incluye paredes laterales 118 opuestas que se extienden, generalmente, entre los lados frontal y trasero 122 y 125 y entre los lados superior e inferior 126 y 127. En algunas realizaciones, la celda de chorro 102 está

configurada para tener un ancho más estrecho entre las paredes laterales 118 de la carcasa 110 que una distancia (p. ej., una profundidad) entre los lados frontal y trasero 122 y 125 o una distancia (p. ej., una altura) entre los lados superior e inferior 126 y 127. Tal ancho más estrecho puede mejorar la circulación de aire que fluye, generalmente, en paralelo con las superficies de las paredes laterales 118 limitando el flujo de aire en direcciones no paralelas, p. ej., direcciones en ángulos (p. ej., perpendiculares) a las superficies de las paredes laterales 118.

La carcasa 110 define un espacio de la bahía 112 donde se cargan los artículos 90 para la refrigeración. Como se ilustra en la figura 3, en algunas realizaciones, los artículos 90 se pueden apilar en palés 92, y los palés 92 se transportan y mantienen en el espacio de la bahía 112 para que los artículos 90 se puedan refrigerar en la celda de chorro 102. Los artículos 90, tales como cajas o paquetes, pueden apilarse en múltiples filas en cada palé 92, y los artículos 90 en filas adyacentes pueden separarse mediante un separador para proporcionar un espacio para permitir el flujo de aire entre las filas adyacentes de los artículos.

En algunas realizaciones, como se ilustra en la figura 4, la carcasa 110 de la celda de chorro 102 está configurada para proporcionar una pluralidad de niveles 114 en el espacio de la bahía 112. En el ejemplo ilustrado, la pluralidad de niveles 114 están dispuestos para formar diferentes filas en el espacio de la bahía 112. En otras realizaciones, la pluralidad de niveles 114 puede disponerse en diferentes orientaciones para formar, por ejemplo, diferentes columnas o diferentes secciones definidas por múltiples filas y columnas.

En el ejemplo ilustrado, la carcasa 110 incluye tres niveles (p. ej., filas) 114A, 114B y 114C (colectivamente 114). Cada nivel 114 está configurado para contener los artículos 90 en el mismo. La celda de chorro 102 puede proporcionar una o más estructuras 116 que separan los niveles 114 y contienen los artículos 90 en los niveles 114 respectivos. Por ejemplo, las estructuras 116 pueden incluir uno o más estantes en los que se colocan los artículos 90 y/o palés 92. También son posibles otras configuraciones de las estructuras 116, tales como bridas que se extienden desde al menos una de las paredes laterales 118 opuestas de la celda de chorro 102.

En algunas realizaciones, la celda de chorro 102 está configurada para abrirse para cargar artículos en el espacio de la bahía 112. Por ejemplo, la celda de chorro 102 incluye la puerta 120 que está dispuesta en el lado frontal 122 de la carcasa 110. La puerta 120 está configurada para abrir al menos parcialmente el lado frontal 122 de la carcasa 110 para proporcionar una entrada 124 al espacio de

la bahía 112. La puerta 120 puede ser de diversos tipos. Por ejemplo, la puerta 120 se puede configurar para que se mueva hacia fuera, se mueva hacia arriba, se enrolle o se deslice hacia un lado para abrir la entrada 124. Cuando se coloca la puerta 120, la puerta 120 encierra el espacio de la bahía 112 para refrigerar los artículos 90 cargados en el presente documento.

La puerta 120 se ilustra, esquemáticamente, cubriendo el lado frontal 122 de la carcasa 110 en las figuras 2 y 3, y se retira para abrir el lado frontal 122 de la figura 4. Cuando la puerta 120 se retira, al menos parcialmente, para proporcionar la entrada 124, los artículos 90 se pueden cargar en uno o más de los niveles 114. En algunas realizaciones, un vehículo 94, tal como una carretilla elevadora, puede entrar en el espacio de la bahía 112 a través de la entrada 124 para colocar o retirar palés 92 de artículos.

La celda de chorro 102 incluye además el ventilador 130 configurado para hacer circular el aire a través del espacio de la bahía 112. En algunas realizaciones, el ventilador 130 puede funcionar para extraer el aire de una región trasera 162 del espacio de la bahía 112. El ventilador 130 puede funcionar además para descargar el aire hacia una región delantera 164 del espacio de la bahía 112 opuesto a la región trasera 162.

En algunas realizaciones, el ventilador 130 está dispuesto lejos del espacio de la bahía 112. El ventilador 130 está dispuesto para estar separado del espacio de la bahía 112 y no hace tope con la parte (p. ej., una pared límite) de la carcasa que define el espacio de bahía 112. Por ejemplo, el ventilador 130 puede disponerse adyacente o dentro de la cámara de admisión 150 que está posicionada en un lado superior de la carcasa 110.

La celda de chorro 102 puede incluir una estructura espaciadora 166 dispuesta entre la cámara de admisión 150 y el espacio de la bahía 112. La estructura espaciadora 166 proporciona un espaciamiento entre la cámara de admisión 150 y el espacio de la bahía 112 de modo que la cámara de admisión 150 no haga tope con la pared límite del espacio de la bahía 112. La estructura espaciadora 166 puede proporcionar un espacio adicional para que el conjunto de canal de succión 140 aumente la longitud de su extensión desde el espacio de la bahía 112 hacia el ventilador 130. Tal longitud extendida del conjunto de canal de succión 140 entre el espacio de la bahía 112 y el ventilador 130 permite proporcionar curvaturas aerodinámicas en los pasos de aire y retirar los bordes o curvas afilados en todo el conjunto de canales de succión 140 que harían que el aire gire abruptamente. La estructura espaciadora 166 puede ser al menos parcialmente

hueca en algunas realizaciones. Otras realizaciones de la estructura espaciadora 166 pueden configurarse como un cuerpo sólido o un cuerpo hueco relleno de elementos o materiales.

En este ejemplo, el ventilador 130 está ubicado en la parte superior trasera de la carcasa 110 de la celda de chorro 102. En otras implementaciones, el ventilador 130 puede ubicarse en otras posiciones, tales como en la parte inferior de la celda de chorro 102 o en uno o ambos lados de la celda de chorro 102. En otras realizaciones, cada celda de chorro 102 puede incluir múltiples ventiladores, tales como uno en la parte superior de la celda de chorro 102 y uno en la parte inferior de la misma.

El ventilador 130 puede adoptar una variedad de formas apropiadas, incluyendo ventiladores de hélice, ventiladores axiales y ventiladores centrífugos. El ventilador 130 puede dimensionarse para proporcionar el volumen requerido de aire a través de las caídas de presión esperadas para la circulación general a través de la celda de chorro 102 cuando se carga parcial y completamente.

En el sistema de celda de chorro 100, se puede alinear una pluralidad de ventiladores 130 horizontalmente adyacentes entre sí a través de la esquina superior trasera de una variedad de celdas de chorro 102, como se ilustra en la figura 1. Los ventiladores 130 se pueden operar independientemente para satisfacer diferentes necesidades en diferentes celdas de chorro 102. Por ejemplo, algunos de los ventiladores 130 pueden apagarse cuando no se necesita circulación de aire en celdas de chorro 102 particulares.

Los serpentines de refrigeración (p. ej., evaporadores) (no mostrados) pueden colocarse en la celda de chorro 102 o adyacente a ella. Por ejemplo, los serpentines de refrigeración pueden colocarse contra las caras aguas arriba o aguas abajo del ventilador 130, o pueden colocarse en la cámara de admisión 150 u otra cámara o área donde el aire circula para recibir aire caliente y proporcionar aire refrigerado. En otras realizaciones, los serpentines de refrigeración se pueden colocar fuera de la circulación de aire principal para la celda de chorro 102, tal como en el techo de un edificio, y un solo banco de serpentines de refrigeración puede servir para múltiples celdas de chorro. En tal caso, se puede hacer un par de grifos en la cámara de admisión 150 u otra parte de la circulación de aire de la celda de chorro 102, donde un grifo puede extraer aire de la celda de chorro 102, y el otro puede devolver el aire enfriado. aire en la celda de chorro 102, de modo que pueda mezclarse con el flujo de aire principal de la celda de chorro 102.

El ventilador 130 se puede conectar a un controlador del ventilador 170, como

se ilustra en la figura 4. El controlador del ventilador 170 controla el funcionamiento del ventilador 130. En algunas realizaciones, el controlador del ventilador 170 incluye un accionamiento de frecuencia variable que varía las velocidades del ventilador a medida que cambia la necesidad de diferentes volúmenes de circulación de aire. Se pueden usar otros sistemas de accionamiento en el controlador del ventilador 170 en otras realizaciones.

Haciendo referencia todavía a las figuras 2-4, la celda de chorro 102 incluye el conjunto de canales de succión 140 que tiene una pluralidad de canales 141. Los canales 141 están dispuestos entre la región trasera 162 del espacio de la bahía 112 y el ventilador 130. Cada uno de los canales 141 define una vía de fluido 142 desde un nivel 114 en el espacio de la bahía 112 hacia el ventilador 130. El canal 141 está configurado para dirigir el flujo de aire desde la región trasera 162 del espacio de la bahía 112 hacia el ventilador 130 a través de la vía de fluido 142.

En algunas realizaciones, se proporciona una pluralidad de canales 141 para los niveles 142 respectivos en el espacio de la bahía 112. En otras realizaciones, la celda de chorro 102 incluye más o menos canales 141 que el número de niveles 142 en el espacio de la bahía 112. En todavía otras realizaciones, la celda de chorro 102 puede incluir un solo canal 140 donde la celda de chorro 102 tiene un solo nivel 114 en el espacio de la bahía 112. En todavía otras realizaciones, la celda de chorro 102 puede incluir un solo canal 140 para una pluralidad de niveles 114 en el espacio de la bahía 112.

El conjunto de canal de succión 140 se extiende entre un extremo de estirado 144 y un extremo de descarga 146. El extremo de estirado 144 está abierto en la región trasera 162 del espacio de la bahía 112 y está en comunicación fluida con el espacio de la bahía 112. El extremo de descarga 146 está abierto en el extremo trasero 154 de la cámara de admisión 150 y está en comunicación fluida con la cámara de admisión 150 (p. ej., la porción de entrada de aire 156 de la misma).

En algunas realizaciones, el conjunto de canales de succión 140 está dispuesto en el lado trasero 125 de la carcasa 110. Los canales 141 del conjunto de canales de succión 140 pueden estar dispuestos entre la región trasera 162 del espacio de la bahía 112 y el extremo trasero 154 de la cámara de admisión 150, y proporcionar vías de aire 142 entre la región trasera 162 del espacio de la bahía 112 y el extremo trasero 154 de la cámara de admisión 150.

La pluralidad de canales 141 del conjunto de canales de succión 140 puede formarse proporcionando una o más paredes de canales 148 en el conjunto de canales de succión 140. El conjunto de canales de succión 140 está configurado

para curvarse desde el extremo de estirado 144 y el extremo de descarga 146 para proporcionar un flujo de aire aerodinámico desde el extremo de estirado 144 hasta el extremo de descarga 146. En algunas realizaciones, las paredes interior y exterior 182 y 184 del conjunto de canal de succión 140 están curvadas hacia fuera (hacia el lado trasero 125 de la carcasa 110), y las paredes de canales 148 están curvadas de manera similar hacia fuera (hacia el lado trasero 125 de la carcasa 110). También son posibles otras configuraciones para las paredes.

En algunas realizaciones, el conjunto de canales de succión 140 tiene una forma más estrecha en el extremo de descarga 146 (cerca del ventilador 130) que el extremo de estirado 144 (cerca del espacio de la bahía 112) para crear un efecto de embudo (según el principio de Bernoulli), aumentando de este modo la potencia de succión en el extremo de descarga 146 cerca del ventilador 130. Dicho de otro modo, el extremo de estirado 144 está configurado para ser más grande en dimensión que el extremo de descarga 146. Por ejemplo, el extremo de estirado 144 tiene un ancho de cuello D1 mayor que un ancho de cuello D2 del extremo de descarga 146. El ancho W del conjunto de canal de succión 140 puede reducirse gradualmente desde el ancho de cuello D1 del extremo de estirado 144 hasta el ancho de cuello D2 del extremo de descarga 146.

El ancho de cuello D1 del extremo de estirado 144 puede dimensionarse para alojar al menos una parte de la altura del espacio de la bahía 112. El ancho de cuello D2 del extremo de descarga 146 puede dimensionarse para conectarse de manera fluida a la porción de entrada de aire 156 de la cámara de admisión 150 antes del ventilador 130. El ancho de cuello D1 puede oscilar entre aproximadamente 254 cm (100 pulgadas) y aproximadamente 1 270 cm (500 pulgadas) en algunas realizaciones, o entre aproximadamente 508 cm (200 pulgadas) y aproximadamente 762 cm (300 pulgadas) en otras realizaciones. En todavía otras realizaciones, el ancho de cuello D1 puede ser de aproximadamente 609 cm (240 pulgadas). También son posibles otros tamaños del ancho de cuello D1. El ancho de cuello D2 puede oscilar entre aproximadamente 50 cm (20 pulgadas) y aproximadamente 508 cm (200 pulgadas) en algunas realizaciones, o entre aproximadamente 76 cm (30 pulgadas) y aproximadamente 254 cm (100 pulgadas). En todavía otras realizaciones, el ancho de cuello D2 puede ser de aproximadamente 121 cm (48 pulgadas). También son posibles otros tamaños del ancho de cuello D2.

De manera similar, un extremo de estirado 194 de cada canal 141 está configurado para ser de mayor dimensión que un extremo de descarga 196 de ese canal 141. Por ejemplo, el extremo de estirado 194 de cada canal 141 tiene un

ancho de cuello D1A, D1B o D1C mayor que un ancho de cuello D2A, D2B o D2C del extremo de descarga 146 de ese canal 141. El ancho de cuello D1A, D1B o D1C del extremo de estirado 144 de cada canal 141 se puede dimensionar para alojar al menos parte de la altura de cada nivel 114A, 114B o 114C del espacio de la bahía 112. El ancho de cuello D2A, D2B o D2C del extremo de descarga 146 de cada canal 141 se puede dimensionar para conectarse de forma fluida a la porción de entrada de aire 156 de la cámara de admisión 150 antes del ventilador 130. El ancho W1, W2 o W2 de cada canal 141 puede reducirse gradualmente desde el ancho de cuello D1A, D1B o D1C del extremo de estirado 144 hasta el ancho de cuello D2A, D2B o D2C del extremo de descarga 146.

En algunas realizaciones, los anchos de cuello D1A, D1B y D1C de los extremos de estirado 194 de los canales 141 son idénticos. En otras realizaciones, al menos uno de los anchos de cuello D1A, D1B y D1C de los extremos de estirado 194 de los canales 141 es diferente del otro ancho de cuello/los otros anchos de cuello. En algunas realizaciones, los anchos de cuello D2A, D2B y D2C de los extremos de descarga 196 de los canales 141 son idénticos. En otras realizaciones, al menos uno de los anchos de cuello D2A, D2B y D2C de los extremos de descarga 196 de los canales 141 es diferente del otro ancho de cuello/los otros anchos de cuello.

Cada uno de los anchos de cuello D1A, D1B o D1C puede oscilar entre aproximadamente 76 cm (30 pulgadas) y aproximadamente 508 cm (200 pulgadas) en algunas realizaciones, o entre aproximadamente 177 cm (70 pulgadas) y 254 cm (100 pulgadas) en otras realizaciones. En todavía otras realizaciones, el ancho de cuello D1A, D1B o D1C puede ser de aproximadamente 203 cm (80 pulgadas), respectivamente. También son posibles otros tamaños de ancho de cuello D1A, D1B o D1C. Cada uno de los anchos de cuello D2A, D2B y D2C puede oscilar entre aproximadamente 12 cm (5 pulgadas) y aproximadamente 203 cm (80 pulgadas) en algunas realizaciones, o entre aproximadamente 20 cm (8 pulgadas) y 101 cm (40 pulgadas) en otras realizaciones. En todavía otras realizaciones, el ancho de cuello D2A, D2B y D2C puede ser de aproximadamente 40,64 cm (16 pulgadas), respectivamente. También son posibles otros tamaños de ancho de cuello D2A, D2B y D2C.

En realizaciones en las que el ancho de cuello D1 del extremo de estirado 144 es mayor que el ancho de cuello D2 del extremo de descarga 146, las curvaturas de las paredes 182, 148 y 184 se hacen gradualmente mayores en una dirección hacia fuera (hacia el lado trasero 125 de la carcasa). Por ejemplo, la pared

exterior 184 tiene una curvatura mayor que una pared de canal 148 adyacente y la pared interior 182, y una pared de canal 148 ubicada más cerca de la pared exterior 184 tiene una curvatura mayor que la pared de canal 148 adyacente. El radio de curvatura R3 de la pared interior 182 puede oscilar entre aproximadamente 50 cm (20 pulgadas) y aproximadamente 508 cm (200 pulgadas) en algunas realizaciones, y puede ser de aproximadamente 205 cm (81 pulgadas) en otras realizaciones. El radio de curvatura R4 de la primera pared de canal 148A puede oscilar entre aproximadamente 63 cm (25 pulgadas) y aproximadamente 762 cm (300 pulgadas) en algunas realizaciones, y puede ser de aproximadamente 467 cm (184 pulgadas) en otras realizaciones. El radio de curvatura R5 de la segunda pared de canal 148B puede oscilar entre aproximadamente 76,2 cm (30 pulgadas) y aproximadamente 1016 cm (400 pulgadas) en algunas realizaciones, y puede ser de aproximadamente 807 cm (318 pulgadas) en otras realizaciones. El radio de curvatura R6 de la pared exterior 184 puede oscilar entre aproximadamente 88 cm (35 pulgadas) y aproximadamente 1 270 cm (500 pulgadas) en algunas realizaciones, y puede ser de aproximadamente 1 196 cm (471 pulgadas) en otras realizaciones.

El tamaño más pequeño del ancho de cuello D2 del extremo de descarga 146 (o los anchos de cuello D2A, D2B y D2C de los extremos de descarga 196) que el ancho de cuello D1 del extremo de estirado 144 (o los anchos de cuello D1A, D1B y D1C de los extremos de estirado 194) aumenta un efecto de aspiración en la parte posterior del ventilador 130 y extrae aire de manera efectiva de cada nivel 114 del espacio de la bahía 112.

Haciendo referencia todavía a las figuras 2-4, en algunas realizaciones, la celda de chorro 102 incluye la cámara de admisión 150. La cámara de admisión 150 proporciona un conducto para el flujo de aire entre la región trasera 162 y la región delantera 164 del espacio de la bahía 112. La cámara de admisión 150 tiene un extremo delantero 152 y un extremo trasero 154. El extremo delantero 152 puede estar en comunicación fluida con la región delantera 164 del espacio de la bahía 112, y el extremo trasero 154 puede estar en comunicación fluida con la región trasera 162 del espacio de la bahía 112. En algunas realizaciones, la cámara de admisión 150 está dispuesta en el lado superior 126 de la carcasa 110 y se extiende a través del espacio de la bahía 112. En otras realizaciones, la cámara de admisión 150 puede disponerse en diferentes ubicaciones, tales como en el lado inferior 127 de la carcasa mientras se extiende a través del espacio de la bahía 112.

La cámara de admisión 150 puede disponerse para estar separada del espacio de la bahía 112. Por ejemplo, la cámara de admisión 150 está dispuesta a

una distancia del espacio de la bahía 112 con la estructura espaciadora 166 entre la cámara de admisión 150 y el espacio de la bahía 112. En algunas realizaciones, la estructura espaciadora 166 está configurada para proporcionar un espaciamiento entre la cámara de admisión 150 y el espacio de la bahía 112 para permitir que los canales 141 se extiendan gradualmente desde el espacio de la bahía 112 y el ventilador 130, creando de este modo un paso de flujo de aire aerodinámico sin giros bruscos en el ventilador 130.

El ventilador 130 puede estar dispuesto con relación a la cámara de admisión 150 para crear un flujo de aire desde el extremo trasero 154 de la cámara de admisión 150 hacia el extremo delantero 152 de la cámara de admisión 150. En algunas realizaciones, el ventilador 130 está dispuesto adyacente al extremo trasero 154 de la cámara de admisión 150. Por ejemplo, el ventilador 130 está dispuesto en el paso de la cámara de admisión 150 cerca del extremo trasero 154 que está en comunicación fluida con la pluralidad de canales 141. En realizaciones en las que la pluralidad de canales 141 está dispuesta entre la región trasera 162 del espacio de la bahía 112 y el extremo trasero 154 de la cámara de admisión 150, el ventilador 130 funciona para aspirar aire desde la región trasera 162 del espacio de la bahía 112 hacia el extremo trasero 154 de la cámara de admisión 150 a través de las vías de fluido 142 definidas por los canales 141. En otras realizaciones, el ventilador 130 puede estar dispuesto en diferentes ubicaciones dentro de la cámara de admisión 150.

La cámara de admisión 150 puede tener una porción de entrada de aire 156 a la que se aspira aire en la cámara de admisión 150 en el extremo trasero 154. En algunas realizaciones, la porción de entrada de aire 156 está formada en una esquina 157 donde se encuentra el lado trasero 125 de la carcasa 110 y el lado superior 126 de la carcasa 110. La porción de entrada de aire 156 está conectada de manera fluida a un extremo de descarga 146 del conjunto de canal de succión 140. En algunas realizaciones, las paredes de canales 148 del conjunto de canal de succión 140 no se extienden hacia la porción de entrada de aire 156 como se ilustra en la figura 4. En estas realizaciones, el aire extraído del extremo de descarga 146 del conjunto de canales de succión 140 gira en la esquina 157 y fluye hacia el ventilador 130, como se representa por la flecha 270 en la figura 6. En otras realizaciones, las paredes de canales 148 del conjunto de canal de succión 140 pueden extenderse hacia la porción de entrada de aire 156 para guiar el flujo de aire entre el conjunto de canal de succión 140 y el ventilador 130 en la esquina. En todavía otras realizaciones, las paredes de canales 148 del conjunto de canal de

succión 140 pueden extenderse dentro de la porción de entrada de aire 156 y hasta la entrada del ventilador 130 o cerca de la misma para guiar además el flujo de aire en la esquina.

La cámara de admisión 150 puede tener una porción de salida de aire 158 a la que se descarga aire desde la cámara de admisión 150 en el extremo delantero 152. En algunas realizaciones, la porción de salida de aire 158 está formada en una esquina donde se encuentra el lado frontal 122 de la carcasa 110 y el lado superior 126 de la carcasa 110. La porción de salida de aire 158 está conectada de manera fluida a la región delantera 164 del espacio de la bahía 112. La porción de salida de aire 158 está configurada para dirigir el aire que pasa a través de la cámara de admisión 150 hacia la región delantera 164 del espacio de la bahía 112. En algunas realizaciones, la porción de salida de aire 158 está configurada para proporcionar un conducto curvado 172 con paredes curvadas interior y exterior 174 y 176 opuestas para hacer girar el flujo de aire en la esquina. Como se describe en el presente documento, la porción de salida de aire 158 puede incluir una guía de flujo de aire 250 configurada para agilizar el flujo de aire en la esquina y reducir la turbulencia.

A continuación, haciendo referencia a las figuras 5 y 6, en algunas realizaciones, la celda de chorro 102 incluye una guía de flujo de aire 250 configurada para reducir el aire turbulento y mejorar la circulación de aire en la celda de chorro 102. La guía de flujo de aire 250 puede estar dispuesta en una o más esquinas o porciones afiladas en la carcasa 110 y configurada para agilizar el flujo de aire y reducir las turbulencias allí. Los ejemplos de la guía de flujo de aire 250 incluyen un conjunto de paletas giratorias 252 (figuras 5 y 6) y una rampa 254 (figura 6).

Como se ilustra en las figuras 5 y 6, el conjunto de paletas giratorias 252 está configurado para proporcionar uno o más pasos de aire curvados en una esquina de la carcasa 110. En algunas realizaciones, el conjunto de paletas giratorias 252 se proporciona en la porción de salida de aire 158 de la cámara de admisión 150 y configurada para guiar el flujo de aire que se descarga desde la cámara de admisión 150.

El conjunto de paletas giratorias 252 puede incluir una pluralidad de paletas giratorias 253 que definen pasos de aire curvados. Las paletas giratorias 253 pueden estar definidas por una o más paredes de paletas curvadas 256 dispuestas entre las paredes curvadas interior y exterior 276 de la porción de salida de aire 158 de la cámara de admisión 150. En algunas realizaciones, las paredes de paletas

256 están separadas equitativamente de modo que las paletas giratorias 253 tienen el mismo ancho a lo largo de las longitudes de las paletas giratorias 253. En otras realizaciones, al menos una de las paredes de paletas 256 está separada a una distancia diferente. En algunas realizaciones, las paredes curvadas 276 y las paredes curvadas interior y exterior 174 y 176 están curvadas en la misma curvatura. En otras realizaciones, al menos una de las paredes curvadas 276 y las paredes curvadas interior y exterior 174 y 176 está curvada en una curvatura diferente de las otras paredes. El radio de curvatura R1 de la pared curvada interior 174 puede oscilar entre aproximadamente 76 cm (30 pulgadas) y aproximadamente 508 cm (200 pulgadas) en algunas realizaciones, y puede ser de aproximadamente 80 pulgadas en otras realizaciones. El radio de curvatura R2 de la pared exterior curvada 176 puede oscilar entre aproximadamente 203 cm (80 pulgadas) y aproximadamente 762 cm (300 pulgadas) en algunas realizaciones, y puede ser de aproximadamente 330 cm (130 pulgadas) en otras realizaciones. El radio de curvatura de las paredes curvadas 276 se puede seleccionar para que sea adecuado entre los radios de curvatura R1 y R2 de las paredes curvadas interior y exterior 174 y 176.

Como se ilustra en la figura 6, la rampa 254 está configurada para proporcionar una superficie a lo largo de la cual el aire fluye de manera eficiente. En algunas realizaciones, la rampa 254 se proporciona en una esquina inferior 260 en la región delantera 164 del espacio de la bahía 112. Por ejemplo, la rampa 252 está dispuesta entre la región delantera 164 del espacio de la bahía 112 y la entrada 124 de la carcasa. 110. A medida que la esquina inferior 260 se posiciona cerca de la entrada 124 de la carcasa 110, la esquina inferior 260 forma habitualmente un ángulo agudo (p. ej., un ángulo recto) que puede crear turbulencias en la circulación del aire. La rampa 252 proporciona una superficie aerodinámica 262 que promueve un flujo de aire eficiente en la esquina inferior 260. En algunas realizaciones, la superficie 262 de la rampa 252 se puede curvar hacia el interior (p. ej., cóncava) como se ilustra en la figura 6. En otras realizaciones, la superficie 262 puede ser recta o curvada hacia el exterior (p. ej., convexa).

En algunas realizaciones, la rampa 254 se puede colocar de manera amovible en la esquina inferior 260. Por ejemplo, la rampa 254 se coloca en la esquina inferior 260 cuando la entrada 124 se cierra con la puerta 120. La rampa 254 se retira de la esquina inferior 260 para abrir la entrada 124 de modo que los artículos 90 puedan transportarse libremente a través de la entrada 124 mediante, p. ej., la carretilla elevadora 94 (figura 4).

Aunque no se representa, la guía de flujo de aire 250 se puede proporcionar a otras ubicaciones en la celda de chorro 102 para reducir la turbulencia en la circulación del aire. Por ejemplo, las paletas giratorias 253, la rampa 254 y/u otras características similares se pueden proporcionar en una esquina de la porción de entrada de aire 156 de la cámara de admisión 150 para guiar el flujo de aire que gira desde la salida del conjunto de canal de succión 140 hacia el ventilador 130.

Haciendo referencia ahora a la figura 7, se describe un método 300 de ejemplo para refrigerar artículos usando el sistema de celda de chorro 100. En general, el método 300 implica hacer circular el aire a través de los artículos contenidos en el espacio de la bahía 112 de la carcasa 110 de manera eficiente y eficaz. Por ejemplo, el aire se puede hacer circular extrayendo el aire del espacio de la bahía 112 al ventilador 130 a través del conjunto de canales de succión 140. El conjunto de canales de succión 140 incluye una pluralidad de canales 141 configurados para crear un efecto de aspiración en la parte posterior del ventilador 130 y evitar ciclos cortos de circulación de aire a través de cualquiera de los artículos contenidos en diferentes niveles en la celda de chorro 102.

El método 300 puede comenzar en la operación 302 donde una celda de chorro 102 está provista de una pluralidad de niveles (p. ej., filas) 114 en un espacio de la bahía 112 de la celda de chorro 102. Los niveles 114 pueden estar formados por una o más estructuras diferentes, tales como estantes, bridas y otros dispositivos configurados para soportar artículos desde el suelo.

En la operación 304, la celda de chorro 102 se carga con artículos 90. En algunas realizaciones, los artículos 90 se cargan con uno o más palés 92. Los artículos 90 pueden ser de diversos tipos, tales como carne o verduras, que se van a refrigerar (p. ej., congelar o refrigerar) para el almacenamiento o transporte. Los palés de artículos pueden ponerse en su sitio y dejarse caer mediante carretillas elevadoras 94 u otros mecanismos. La carga puede ocurrir como un lote completo, por lo que toda la celda se apaga y luego se abre para cargar y descargar. De manera alternativa, puede ser por lotes parciales, por lo que una parte del espacio de la bahía (p. ej., una fila del espacio de la bahía) se abre para la carga y descarga, mientras que el aire circula en la celda de chorro.

En la operación 306, la circulación de aire comienza en la celda de chorro 102 haciendo funcionar el ventilador 130 para suministrar aire de refrigeración. En algunas realizaciones, el aire de refrigeración se suministra a través de la cámara de admisión 150 hacia el espacio de la bahía 112 donde los artículos 90 están contenidos en uno o más de los niveles 114 diferentes.

En la operación 308, la guía de flujo de aire 250, tal como el conjunto de paletas giratorias 252 y/o la rampa 254, se usa opcionalmente para dirigir el aire antes de que alcance el espacio de la bahía 112 o después de que haya pasado a través del espacio de la bahía 112. Por ejemplo, el conjunto de paletas giratorias 252 está dispuesto en una esquina de la celda de chorro 102 y puede incluir una pluralidad de paletas giratorias 253 que definen pasos de aire curvados en la esquina de la celda de chorro 102. La rampa 254 está dispuesta en una esquina de la celda de chorro 102 y proporciona una superficie aerodinámica a lo largo de la cual el aire fluye sin turbulencias.

En la operación 310, el aire se extrae del espacio de la bahía 112 a través del conjunto de canales de succión 140 y se suministra de vuelta al ventilador 130. El conjunto de canales de succión 140 incluye una pluralidad de canales 141, teniendo cada uno de los cuales un ancho que se vuelve, gradualmente, más estrecho desde el extremo de estirado 194 al extremo de descarga 196, creando de este modo un efecto de embudo para mejorar la extracción de aire desde el espacio de la bahía 112.

En la operación 312, el ventilador 130 continúa a hacerse funcionar hasta que se desee. El ventilador 130 funciona para refrigerar los artículos 90 a una temperatura predeterminada y mantenerlos a tal temperatura o alrededor de la misma hasta que se descarguen.

La figura 8 es un diagrama de bloques de un dispositivo informático 400 de ejemplo que puede usarse para implementar los sistemas y métodos descritos en el presente documento, ya sea como cliente o como servidor o como una pluralidad de servidores. Por ejemplo, al menos algunos de los elementos del dispositivo informático 400 se pueden utilizar para implementar el controlador del ventilador 170 como se describe en el presente documento.

El dispositivo informático 400 incluye un procesador 410, una memoria 420, un dispositivo de almacenamiento 430 y un dispositivo de entrada/salida 440. Cada uno de los componentes 410, 420, 430 y 440 están interconectados y utilizan un bus de sistema 450. El procesador 410 puede procesar instrucciones para su ejecución dentro del dispositivo informático 400, incluidas las instrucciones almacenadas en la memoria 420 o en el dispositivo de almacenamiento 430. En una implementación, el procesador 410 es un procesador de un único subproceso. En otra implementación, el procesador 410 es un procesador de subprocesos múltiples. El procesador 410 es capaz de procesar instrucciones almacenadas en la memoria 420 o en el dispositivo de almacenamiento 430 para mostrar información gráfica

para una interfaz de usuario en el dispositivo de entrada/salida 440.

La memoria 420 almacena información dentro del dispositivo informático 400. En una implementación, la memoria 420 es un soporte legible por ordenador. En una implementación, la memoria 420 es al menos una unidad de memoria volátil. En otra implementación, la memoria 420 es al menos una unidad de memoria no volátil.

El dispositivo de almacenamiento 430 es capaz de proporcionar almacenamiento masivo para el dispositivo informático 400. En una implementación, el dispositivo de almacenamiento 430 es un soporte legible por ordenador. En diversas implementaciones diferentes, el dispositivo de almacenamiento 430 puede ser un dispositivo de disquete, un dispositivo de disco duro, un dispositivo de disco óptico o un dispositivo de cinta, una memoria *flash* u otro dispositivo de memoria de estado sólido similar, o una variedad de dispositivos, incluidos los dispositivos en una red de área de almacenamiento u otras configuraciones. En una implementación, un producto de programa informático se incorpora de forma tangible en una portadora de información. El producto de programa informático contiene instrucciones que, cuando se ejecutan, realizan uno o más métodos, tales como los descritos anteriormente. La portadora de información es un soporte legible por ordenador o máquina, tal como la memoria 420, el dispositivo de almacenamiento 430 o la memoria en el procesador 410.

El dispositivo de entrada/salida 440 proporciona operaciones de entrada/salida para el sistema 400. En una implementación, el dispositivo de entrada/salida 440 incluye un teclado y/o un dispositivo señalador. En otra implementación, el dispositivo de entrada/salida 440 incluye una unidad de visualización para visualizar interfaces gráficas de usuario.

Las características descritas se pueden implementar en circuitos electrónicos digitales, o en *hardware*, *firmware*, *software* de ordenador o en combinaciones de los mismos. El aparato se puede implementar en un producto de programa informático incorporado de forma tangible en una portadora de información, p. ej., en un dispositivo de almacenamiento legible por máquina para su ejecución mediante un procesador programable; y las etapas del método pueden ser realizados por un procesador programable que ejecuta un programa de instrucciones para realizar funciones de las implementaciones descritas operando con datos de entrada y generando datos de salida. Las características descritas se pueden implementar ventajosamente en uno o más programas informáticos que son ejecutables en un sistema programable que incluye al menos un procesador

programable acoplado para recibir datos e instrucciones de un sistema de almacenamiento de datos, al menos un dispositivo de entrada y al menos un dispositivo de salida, y para transmitir datos e instrucciones a los mismos. Un programa informático es un conjunto de instrucciones que se pueden utilizar, directa o indirectamente, en un ordenador para realizar una actividad determinada o producir un resultado determinado. Un programa informático se puede escribir en cualquier forma de lenguaje de programación, incluidos los lenguajes compilados o interpretados, y se puede implementar en cualquier forma, incluso como un programa independiente o como un módulo, componente, subrutina u otra unidad adecuada para su uso en un entorno informático.

Los procesadores adecuados para la ejecución de un programa de instrucciones incluyen, a modo de ejemplo, tanto microprocesadores de propósito general como especial, y el procesador único o uno de múltiples procesadores de cualquier tipo de ordenador. Generalmente, un procesador recibirá instrucciones y datos de una memoria de solo lectura o una memoria de acceso aleatorio o ambas. Los elementos esenciales de un ordenador son un procesador para ejecutar instrucciones y una o más memorias para almacenar instrucciones y datos. Generalmente, un ordenador también incluirá uno o más dispositivos de almacenamiento masivo para almacenar archivos de datos, o estará operativamente acoplado para comunicarse con los mismos; tales dispositivos incluyen discos magnéticos, tales como discos duros internos y discos extraíbles; discos magneto-ópticos; y discos ópticos. Los dispositivos de almacenamiento adecuados para incorporar de forma tangible instrucciones y datos de programas informáticos incluyen todas las formas de memoria no volátil, incluidos, a modo de ejemplo, dispositivos de memoria semiconductores, tales como EPROM, EEPROM y dispositivos de memoria flash; discos magnéticos tales como discos duros internos y discos extraíbles; discos magneto-ópticos; y discos CD-ROM y DVD-ROM. El procesador y la memoria pueden complementarse o incorporarse en ASIC (circuito integrado para aplicaciones específicas).

Para permitir la interacción con un usuario, las características se pueden implementar en un ordenador que tenga un dispositivo de visualización como un monitor CRT (tubo de rayos catódicos) o LCD (pantalla de cristal líquido) para visualizar información al usuario y un teclado y un dispositivo señalador tal como un ratón o una bola de seguimiento mediante la cual el usuario puede proporcionar información al ordenador.

Las características se pueden implementar en un sistema informático que

incluye un componente de back-end, tal como un servidor de datos, o que incluye un componente de middleware, tal como un servidor de aplicaciones o un servidor de Internet, o que incluye un componente de front-end, tal como un ordenador cliente que tiene una interfaz gráfica de usuario o un navegador de Internet, o cualquier combinación de ellos. Los componentes del sistema pueden conectarse mediante cualquier forma o medio de comunicación de datos digitales, tal como una red de comunicación. Los ejemplos de redes de comunicación incluyen, p. ej., una LAN, una WAN y las ordenadores y redes que forman Internet.

El sistema informático puede incluir clientes y servidores. Un cliente y un servidor, generalmente, son remotos entre sí e interactúan, habitualmente, a través de una red, tal como la descrita. La relación entre cliente y servidor surge en virtud de programas informáticos que se ejecutan en los respectivos ordenadores y que tienen una relación de servidor-cliente entre sí.

Haciendo referencia ahora a las figuras 9-11, se describe un ejemplo de sistema de celda de chorro 900. Como se ilustra en la figura 9, el sistema de celda de chorro 900 puede configurarse de manera similar al sistema de celda de chorro 100. El sistema de celda de chorro 900 incluye una o más celdas 902, estando cada una configurada para recibir artículos y funcionar para refrigerar los artículos cargados en el mismo. En el ejemplo ilustrado, las celdas de chorro 902 están dispuestas una al lado de la otra y están divididas por paredes 904. Por ejemplo, de manera similar a las celdas de chorro 102, las celdas de chorro 902 se pueden configurar instalando un número deseado de celdas de chorro 902 conjuntamente, tal como una al lado de la otra, como se ilustra en la figura 9, para proporcionar el sistema de celda de chorro 900. En otros ejemplos, al menos una de las celdas de chorro 102 está dispuesta a una distancia de una celda de chorro 102 adyacente, o en otras configuraciones adecuadas.

La celda de chorro 902 se puede configurar de manera similar a la celda de chorro 102. Como se ilustra en las figuras 10 y 11, un ejemplo de la celda de chorro 902 incluye una carcasa 910, una puerta 920 (para abrir o cerrar una entrada 924 en la figura 9), un conjunto de ventilador 930, un conjunto de canal de succión de aire 940 y una cámara de admisión 950, que son similares a la carcasa 110, la puerta 120, el ventilador 130, el conjunto de canal de succión de aire 940 y la cámara de admisión 150 de la celda de chorro 102.

La celda de chorro 902 define un espacio de la bahía 912 en la carcasa 910. El espacio de la bahía 912 incluye un área de almacenamiento de artículos 913 donde se proporciona uno o más niveles 914, y una región delantera 964

configurada para permitir que el aire pase antes de que el aire fluya hacia el área de almacenamiento de artículos 913. En el ejemplo ilustrado, la carcasa 910 incluye tres niveles (p. ej., filas) 914A, 914B y 914C (colectivamente 914). La celda de chorro 902 puede proporcionar una o más estructuras 916 que separan los niveles 914 y contienen los artículos 90 en los niveles 914 respectivos. Por ejemplo, las estructuras 916 pueden incluir uno o más armazones dispuestos y configurados para proporcionar estantes en los que se colocan los artículos 90 y/o palés 92. De manera adicional o alternativa, se pueden proporcionar otras configuraciones de las estructuras 116, tales como bridas para acoplar o soportar los artículos 90 y/o palés 92.

En este ejemplo, a diferencia de la celda de chorro 102, la celda de chorro 902 no incluye una estructura espaciadora (p. ej., la estructura espaciadora 166 de la celda de chorro 102) entre la cámara de admisión 950 y un espacio de la bahía 912 de la carcasa 910. En cambio, la cámara de admisión 950 y el espacio de la bahía 912 está dividido al menos parcialmente por una pared de canal 952 entre ellos. Sin una estructura espaciadora, la celda de chorro 902 se puede hacer a una altura menor que la celda de chorro 102.

La cámara de admisión 950 de la celda de chorro 902 tiene un extremo delantero 952 que está en comunicación fluida con la región delantera 964 del espacio de la bahía 912. La cámara de admisión 950 también puede configurarse para que el extremo delantero 952 esté abierto directamente a al menos una porción del área de almacenamiento de artículos 913. Por ejemplo, el extremo delantero 952 de la cámara de admisión 950 tiene una abertura que tiene una longitud L1 que se extiende sobre la región delantera 964 y una porción del área de almacenamiento de artículos 913 (p. ej., una porción del nivel superior 914A de la pluralidad de niveles 914) del espacio de la bahía 912. Dicho de otro modo, la pared de canal 952 que divide la cámara de admisión 950 y el espacio de la bahía 912 tiene una longitud L2 más corta de modo que la abertura del extremo delantero 952 de la cámara de admisión 950 sea lo suficientemente grande para exponer la cámara de admisión 950 sobre una porción del área de almacenamiento de artículos 913 (p. ej., el nivel superior 914A) del espacio de la bahía 912. La abertura más grande del extremo delantero 952 de la cámara de admisión 950 (o la pared de canal 952 más corta de la cámara de admisión 950) puede permitir que el aire gire desde la cámara de admisión 950 al área de almacenamiento de artículos 913 temprano y suavemente (p. ej., con un radio de giro más grande), aumentando de este modo la efectividad de la circulación de aire.

El conjunto de ventilador 930 se puede disponer con relación a la cámara de admisión 950 para crear un flujo de aire desde un extremo trasero 954 de la cámara de admisión 950 hacia el extremo delantero 952 de la cámara de admisión 950. En algunas realizaciones, el conjunto de ventilador 930 está dispuesto adyacente al extremo trasero 954 de la cámara de admisión 950. Por ejemplo, el conjunto de ventilador 930 está dispuesto en el paso de la cámara de admisión 950 cerca del extremo trasero 954 que está en comunicación fluida con la pluralidad de canales 941. En realizaciones en las que la pluralidad de canales 941 está dispuesta entre la región trasera 962 del espacio de la bahía 912 y el extremo trasero 954 de la cámara de admisión 950, el ventilador 930 funciona para aspirar aire desde la región trasera 962 del espacio de la bahía 912 hacia el extremo trasero 954 de la cámara de admisión 950 a través de las vías de fluido 942 definidas por los canales 941. El conjunto de ventilador 930 puede disponerse a una distancia L3 de un extremo de la pared de canal 952 cerca del extremo trasero 954 de la cámara de admisión 950. La distancia L3 del conjunto de ventilador 930 puede oscilar entre 0 (cero) y aproximadamente la mitad de la longitud L2 de la pared de canal 952.

La celda de chorro 102, 902 puede configurarse para tener una sección de bahía o múltiples secciones de bahía 915, teniendo cada sección 915 un único nivel o múltiples niveles (p. ej., filas) como se ha descrito en el presente documento. Por ejemplo, como se ilustra en la figura 3, la celda de chorro 102 tiene una sección de bahía 115 única. De manera alternativa, como se ilustra en la figura 10, la celda de chorro 902 tiene secciones de doble bahía 915A y 915B dispuestas una al lado de la otra y abiertas entre sí, y cada una de las secciones de bahía 915A y 915B tiene tres niveles 914A, 914B y 914C. La celda de chorro 902 puede tener múltiples ventiladores 932A y 932B en el conjunto de ventilador 930, que están alineados con las múltiples secciones de bahía 915, respectivamente. En otras implementaciones, la celda de chorro 902 puede tener múltiples ventiladores en el conjunto de ventiladores para una única sección de bahía. Con múltiples secciones de bahía 915, la celda de chorro puede tener, efectivamente, un ancho más amplio para un almacenamiento mayor y una carga/descarga eficiente.

Como se describe en el presente documento, las celdas de chorro 102, 902 se pueden configurar en diversas dimensiones adecuadas. Por ejemplo, como se ilustra en la figura 11, se puede determinar una altura H1 completa de la celda de chorro 902, una altura H2 del espacio de la bahía 912, una altura H3a, H3b, H3c de cada nivel 914A, 914B, 914C y una altura H4 de la cámara de admisión 950 para cumplir con los requisitos y/o restricciones de diseño, y también proporcionar

resultados óptimos. Asimismo, como se ilustra en la figura 10, se puede determinar un ancho W1 completo de la celda de chorro 902, y un ancho W2a, W2b de cada sección de bahía 915A, 915B para cumplir con los requisitos y/o restricciones de diseño, y también proporcionar resultados óptimos.

Como se ilustra en la figura 11, el conjunto de ventilador 930 puede disponerse para elevarse desde la superficie de la pared de canal 952 a una distancia L4. De manera adicional o alternativa, el conjunto de ventilador 930 puede disponerse para toparse con la superficie superior de la cámara de admisión 950. También son posibles otras disposiciones del conjunto de ventilador 930 con respecto a la pared de canal 952. Por ejemplo, el conjunto de ventilador 930 puede estar dispuesto para asentarse en la superficie de la pared de canal 952 (p. ej., la distancia L4 es cero).

Haciendo referencia ahora a las figuras 12-14, se describe un ejemplo de sistema de celda de chorro 1000 para hacer fluir aire en sentido inverso. En general, el aire se puede suministrar a través de los canales 141 al espacio de la bahía 112. Tal flujo de aire inverso se puede realizar en diferentes etapas de un ciclo de chorro, tal como durante un período de tiempo en medio de un ciclo de chorro, cerca del final de un ciclo de chorro, etc. Por ejemplo, el aire se hace circular en la dirección (desde el espacio de la bahía 112 hasta el ventilador a través de los canales 141) descrita en las figuras 1-7 y 10-11 durante la mayor parte de un ciclo de chorro, y el aire se puede invertir cerca del final del ciclo de chorro. También son posibles otros ciclos de chorro que utilizan la circulación de aire en dos direcciones opuestas.

El flujo de aire inverso se puede implementar en una celda de chorro, tal como la celda de chorro 250 en la figura 6 o la celda de chorro 902 de la figura 11. Como se ilustra en la figura 12, el ventilador 130 de la celda de chorro 250 puede ser un ventilador reversible que puede controlarse para soplar aire en una primera dirección D1 o en una segunda dirección D2 opuesta.

De manera adicional o alternativa, como se ilustra en la figura 13, la celda de chorro 250 puede incluir uno o más ventiladores de refuerzo 131 configurados para crear un flujo de aire en la segunda dirección D2. Por ejemplo, cuando el ventilador 130 no es reversible, los ventiladores de refuerzo 131 pueden usarse para crear un flujo de aire en una dirección inversa mientras el ventilador 130 está apagado. De manera alternativa, cuando el ventilador 130 es reversible, los ventiladores de refuerzo 131 pueden usarse para aumentar un flujo de aire inverso mientras el ventilador 130 impulsa el aire en la dirección inversa. Los ventiladores de refuerzo 131 pueden disponerse en diversas ubicaciones. Por ejemplo, los ventiladores de

refuerzo 131 pueden disponerse en ubicaciones en la cámara de admisión 150. También son posibles otras ubicaciones a lo largo de un flujo de aire en una celda de chorro. Los ventiladores de refuerzo 131 pueden configurarse y dimensionarse para ocupar toda la sección transversal de la vía del flujo de aire (p. ej., toda la sección transversal de la cámara de admisión donde se encuentran los ventiladores de refuerzo). De manera alternativa, los ventiladores de refuerzo 131 se pueden configurar y dimensionar para que sean más pequeños que la sección transversal de la vía del flujo de aire.

Haciendo referencia a la figura 14, se describe un ejemplo de ciclo de chorro 1100 que puede generar selectivamente flujo de aire en cualquiera de dos direcciones opuestas. El ciclo de chorro 1100 puede incluir la operación (p. ej., una operación de flujo de aire hacia delante 1102) de un ventilador y/o un ventilador de refuerzo (p. ej., el ventilador 130, 930 y/o los ventiladores de refuerzo 131) en una primera dirección de rotación para hacer circular el aire en una dirección (p. ej., la primera dirección D1), la operación (p. ej., una operación de flujo de aire inverso 1104) del ventilador y/o el ventilador de refuerzo en una segunda dirección de rotación (p. ej., opuesta a la primera dirección de rotación) para hacer circular el aire en una dirección inversa (p. ej., la segunda dirección D2), y detener (p. ej., una operación de parada del ventilador 1106) el ventilador y/o el ventilador de refuerzo.

Un ciclo de chorro 1100 puede incluir una o más operaciones de flujo de aire hacia delante 1102, una o más operaciones de flujo de aire inverso 1104 y una o más operaciones de parada del ventilador 1106. El número de cada una de las operaciones 1102, 1104 y 1106 puede determinarse según sea apropiado. En algunas implementaciones, el ciclo de chorro 1100 no puede incluir ninguna operación de flujo de aire hacia delante 1102, ninguna operación de flujo de aire inverso 1104 o ninguna operación de parada del ventilador 1106 (excepto para finalizar el ciclo de chorro). Además, pueden disponerse una o más operaciones de flujo de aire hacia delante 1102, una o más operaciones de flujo de aire inverso 1104 y una o más operaciones de parada del ventilador 1106 en diversas secuencias y con diversas duraciones.

En algunas implementaciones, un programa para un ciclo de chorro puede incluir una operación de flujo de aire inverso durante un período de tiempo predeterminado cerca del final de un ciclo de chorro, mientras que el ciclo de chorro restante se hace funcionar con una operación de flujo de aire hacia delante. En otras implementaciones, se pueden incluir una o más operaciones de flujo de aire inverso de forma intermitente a lo largo de un ciclo de chorro.

En algunas implementaciones, se puede determinar un programa de cuándo reenviar el flujo de aire (la operación de flujo de aire hacia delante 1102), cuándo invertir el flujo de aire (la operación de flujo de aire inverso 1104) y/o cuándo parar (la operación de parada del ventilador 1106) detectando un coeficiente de transferencia de calor en cada posición del palé en la celda y ejecutar un algoritmo de optimización para minimizar el tiempo de congelación del último palé de congelación. De manera alternativa o adicional, se pueden ejecutar experimentos de la vida real con sondas de temperatura en todas las posiciones del palé para determinar un programa de flujo de aire óptimo. De manera adicional o alternativa, se puede determinar un programa midiendo temperaturas (p. ej., usando sensores de temperatura) y calculando una lectura diferencial de temperatura. El flujo de aire se puede reenviar e invertir basándose en el momento en que el valor diferencial de temperatura alcance ciertos valores de umbral.

La operación de flujo de aire hacia delante 1102 se puede cambiar a la operación de flujo de aire inverso 1104 cuando se produce o se detecta una primera condición desencadenante 1110, y la operación de flujo de aire invertido 1104 puede cambiarse a la operación de flujo de aire hacia delante 1102 cuando ocurre o se detecta una segunda condición desencadenante 1112. La operación de flujo de aire hacia delante 1102 se puede cambiar a la operación de parada del ventilador 1106 cuando se produce o se detecta una tercera condición desencadenante 1114, y la operación de parada del ventilador 1106 puede cambiarse a la operación de flujo de aire hacia delante 1102 cuando se produce o se detecta una cuarta condición desencadenante 1116. La operación de flujo de aire inverso 1104 se puede cambiar a la operación de parada del ventilador 1106 cuando se produce o se detecta una quinta condición desencadenante 1118, y la operación de parada del ventilador 1106 se puede cambiar a la operación de flujo de aire inverso 1104 cuando se produce o se detecta una sexta condición desencadenante 1120. Las condiciones desencadenantes 1110, 1112, 1114, 1116, 1118 y 1120 pueden determinarse basándose en diversos factores asociados con las operaciones de las celdas de chorro, tales como el tiempo, la temperatura del aire, la temperatura del palé, la eficiencia, etc. La tercera y quinta condición desencadenante 1114 y 1118 puede incluir el final de un ciclo de chorro o el final de la operación de una celda de chorro para que los ventiladores y los ventiladores de chorro de una celda de chorro se paren cuando no necesitan ser operados.

Aunque la presente memoria descriptiva contiene muchos detalles de implementación específicos, estos no deben interpretarse como limitaciones en el

alcance de la tecnología divulgada o de lo que puede reivindicarse, sino más bien como descripciones de características que pueden ser específicas de realizaciones particulares de tecnologías particulares divulgadas. Determinadas características que se describen en esta memoria descriptiva en el contexto de realizaciones separadas también pueden implementarse en combinación en una única realización en parte o en su totalidad. Por el contrario, diversas características descritas en el contexto de una única realización también pueden implementarse en múltiples realizaciones separadas o en cualquier subcombinación adecuada. Por otra parte, aunque pueda haberse descrito que las características actúan en determinadas combinaciones e/o incluso se haya reivindicado inicialmente como tal, en algunos casos pueden eliminarse de la combinación una o más características de una combinación reivindicada, y la combinación reivindicada puede referirse a una subcombinación o variación de una subcombinación. De manera similar, aunque las operaciones puedan haberse descrito en un orden particular, no debe entenderse que esto requiera que tales operaciones se realicen en el orden particular o en orden secuencial, o que todas las operaciones se realicen, para conseguir los resultados deseables. Se han descrito realizaciones particulares de la materia objeto. Otras realizaciones están dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones.