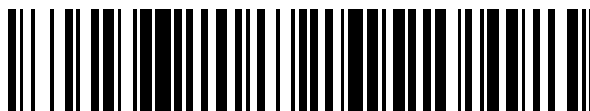


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 841 000**

51 Int. Cl.:

A01G 9/24 (2006.01)

F24F 3/153 (2006.01)

F24F 11/00 (2008.01)

F24F 3/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.11.2008 PCT/IL2008/001449**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.05.2009 WO09060436**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.11.2008 E 08846285 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.10.2020 EP 2214471**

54 Título: **Método y sistema para calentar y deshumidificar**

30 Prioridad:

08.11.2007 US 996266 P

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

07.07.2021

73 Titular/es:

**STATE OF ISRAEL, MINISTRY OF AGRICULTURE
& RURAL DEVELOPMENT, AGRICULTURAL
RESEARCH ORGANIZATION (A.R.O.), VOLCANI
CENTER (100.0%)
P.O. Box 6
50250 Bet-Dagan, IL**

72 Inventor/es:

**ARBEL, AVRAHAM;
BARAK, MORDECHAI y
SHKLYAR, ALEXANDER**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 841 000 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

Método y sistema para calentar y deshumidificar

5 Campo y antecedentes de la invención

La presente invención, en algunas realizaciones de la misma, se refiere a un método y sistema para deshumidificar el interior de un recinto y, más específicamente, pero no exclusivamente, a un método, aparato y sistema para deshumidificar el interior de los recintos de invernaderos en los que se cultivan plantas.

10 Los invernaderos necesitan que el aire dentro de los mismos se controle con respecto a la temperatura y la humedad con el fin de garantizar que la temperatura del follaje y las tasas de transpiración sean tales que mantengan el follaje seco y la salud de las plantas. Una alta humedad, especialmente agua residual en el follaje de la planta, promueve el desarrollo de enfermedades foliares, tales como el tizón del tomate, el moho gris y mildiú vellosa en diversos cultivos. Estas enfermedades infligen un gran daño a los cultivos, reducen sustancialmente el rendimiento de los cultivos y perjudican gravemente la calidad del producto. Si bien se usan pesticidas para controlar estas enfermedades, su uso está limitado por varias razones. Su uso promueve la resistencia de los pesticidas a muchos patógenos, y la política gubernamental general es eliminar gradualmente el uso de algunos pesticidas o limitar su uso. Muchos consumidores demandan productos que no tengan residuos de pesticidas. De manera adicional, el uso de tales plaguicidas puede afectar desfavorablemente a otras consideraciones medio ambientales. Reemplazar el aire del invernadero con aire externo es un método habitual para disminuir la humedad en un invernadero y, por lo tanto, el riesgo de producir agua residual en el follaje. El aire frío externo, con baja humedad absoluta, reemplaza el aire más cálido del invernadero y absorbe el exceso de agua que se evapora. Un método de este tipo, sin embargo, es un desperdicio de energía.

25 El documento US 4.739.627 A desvela un dispositivo para acondicionar aire en un jardín de invierno, más específicamente para deshumidificar un jardín de invierno con el fin de evitar la formación de agua de transpiración y condensación, teniendo el dispositivo una carcasa en la que los medios de intercambiador de calor primero, segundo y tercero pueden conectarse selectivamente a un medio compresor. Se obtiene un alto nivel de confort en el jardín de invierno protegiéndolo de la radiación solar y controlando su temperatura.

30 Sumario de la invención

De acuerdo con la presente invención, se proporciona un método para controlar las condiciones del aire en el interior de un recinto de acuerdo con la reivindicación 1 y un sistema de invernadero de acuerdo con la reivindicación 8. De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, el método comprende además reducir o evitar el transporte de energía térmica a través de una pared superior del recinto.

De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, el método comprende además reducir o evitar el transporte de energía térmica a través de una pared superior del recinto.

De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, reducir o evitar comprende reducir o evitar el transporte de la energía térmica por convección.

De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, reducir o evitar comprende reducir o evitar el transporte de la energía térmica por conducción.

De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, reducir o evitar comprende reducir o evitar el transporte de la energía térmica por radiación. De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, el método comprende además reflejar la radiación térmica de una pantalla térmica que se superpone al interior por debajo de la pared superior.

De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, el método comprende además calentar el aire deshumidificado antes de la liberación del aire en la parte superior del interior.

De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, la deshumidificación comprende usar una unidad de deshumidificación que haga circular un fluido refrigerante en la misma, teniendo la unidad un evaporador en el que se evapora el fluido refrigerante y un condensador en el que se condensa el fluido refrigerante, en la que el aire se enfría y deshumidifica por el evaporador y se calienta por el condensador.

De acuerdo con un aspecto de algunas realizaciones de la presente invención, se proporciona un sistema de invernadero, que comprende una pluralidad de aparatos descritos en el presente documento y un recinto que tiene un interior al menos parcialmente aislado del medio ambiente, en el que los aparatos se despliegan dentro del interior.

De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, el aparato se coloca en la parte superior del interior.

65 De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, el recinto comprende una pantalla térmica que se superpone al recinto y que está constituida para reducir o evitar el transporte de energía térmica a través de la pantalla térmica.

De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, la pantalla térmica está sellada para la penetración de aire a su través con el fin de reducir o evitar el transporte de la energía térmica por convección.

- 5 De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, la pantalla térmica se fabrica de material térmicamente aislante con el fin de reducir o evitar el transporte de la energía térmica por conducción.

De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, la pantalla térmica es opaca a la radiación térmica con el fin de reducir o evitar el transporte de la energía térmica por radiación.

- 10 De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, la pantalla térmica es térmicamente reflectante con el fin de reflejar la radiación térmica.

- 15 De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, el interior está desprovisto de fuentes de calor en la parte inferior.

De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, el aire se recoge y se libera para mantener, en todo momento, una temperatura media más baja en la parte inferior que en la superior.

- 20 De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, la unidad de deshumidificación hace circular un fluido refrigerante en la misma y comprende un evaporador en el que se evapora el fluido refrigerante y un condensador en el que se condensa el fluido refrigerante, en la que el aire recogido se deshumidifica y enfría por el evaporador, y en la que el aire deshumidificado y enfriado se calienta por el condensador.

- 25 De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, la unidad de deshumidificación es una unidad de calentamiento y deshumidificación que comprende un intercambiador de calor para calentar el aire deshumidificado antes de la liberación del aire en la parte superior del interior.

- 30 De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, el intercambiador de calor es un intercambiador de calor de tipo líquido.

De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, la unidad de deshumidificación está alojada dentro de una carcasa común.

- 35 De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, el aire circula desde el interior del recinto a través de la unidad de deshumidificación por medio de un ventilador colocado en la unidad.

- 40 De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, la unidad de deshumidificación está alojada en una carcasa que comprende una entrada que se ensancha hacia fuera, una salida que se ensancha hacia fuera, y una garganta relativamente estrecha que interconecta, la entrada que se ensancha hacia fuera que aloja el evaporador y el condensador, y la garganta estrecha que aloja el ventilador. De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, el aire circula desde el interior del recinto a través de la unidad de calentamiento y deshumidificación por medio de un ventilador colocado en la unidad.

- 45 De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, el ventilador está colocado para recibir el aire que fluye desde el intercambiador de calor y soplar el aire a través de la salida de aire.

- 50 De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, el ventilador se interpone entre el condensador y el intercambiador de calor, de tal manera que el ventilador recibe aire que fluye desde el condensador y el intercambiador de calor recibe el aire que fluye desde el ventilador.

De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, un fluido refrigerante que sale del condensador se enfría adicionalmente con el aire entre el evaporador y el condensador.

- 55 De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, el aire del recinto que entra en el evaporador se enfría previamente mediante el aire entre el evaporador y el condensador.

De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, en las que el aire deshumidificado se mezcla con el aire del recinto para proporcionar una mezcla, y en las que la mezcla se calienta mediante el intercambiador de calor.

- 60

A menos que se defina de otro modo, todos los términos técnicos y/o científicos usados en el presente documento tienen el mismo significado que el que entiende habitualmente un experto en la materia a la que pertenece la invención. Aunque en la práctica o la comprobación de realizaciones de la invención pueden usarse métodos y materiales similares o equivalentes a los descritos en el presente documento, a continuación se describen métodos y/o materiales a modo de ejemplo. En el caso de conflicto, los términos técnicos y también científicos serán definidos por la descripción. De manera adicional, los materiales, métodos y ejemplos son solo ilustrativos y no se pretende que sean

- 65

necesariamente limitantes.

Breve descripción de los dibujos

Se describirán en el presente documento algunas realizaciones de la invención, únicamente a modo de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos adjuntos. Haciendo referencia específica ahora a los dibujos en detalle, se insiste en que los detalles mostrados son a modo de ejemplo y para fines de análisis ilustrativo de las realizaciones de la invención. En este sentido, la descripción tomada con los dibujos pone de manifiesto a los expertos en la materia cómo pueden practicarse las realizaciones de la invención. En los dibujos:

la figura 1 es una ilustración esquemática de un invernadero;

la figura 2 es un diagrama de flujo de un método adecuado para controlar la condición del aire en el interior de un recinto, de acuerdo con diversas realizaciones a modo de ejemplo de la presente invención;

la figura 3 es una ilustración esquemática de un recinto en el que se emplea el método de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención;

las figuras 4A-B muestran la distribución de velocidad (figura 4A) y la distribución de temperatura (figura 4B) obtenidas mediante simulaciones informáticas realizadas de acuerdo con diversas realizaciones a modo de ejemplo de la presente invención;

las figuras 5A-G son ilustraciones esquemáticas de un aparato para controlar la condición del aire en el interior de un recinto, de acuerdo con diversas realizaciones a modo de ejemplo de la presente invención; y

la figura 6 es una ilustración esquemática de una vista superior de un recinto en realizaciones en las que se despliegan diversos aparatos, de acuerdo con diversas realizaciones a modo de ejemplo de la presente invención.

De acuerdo con la presente invención, se proporciona un método para controlar las condiciones del aire en el interior de un recinto de acuerdo con la reivindicación 1, y un sistema de invernadero de acuerdo con la reivindicación 8.

Con el fin de comprender mejor algunas realizaciones de la presente invención, como se ilustra en las figuras 2-6 de los dibujos, se hace referencia en primer lugar a la construcción y operación de un invernadero 10 para el cultivo de plantas 12 como se ilustra en la figura 1.

El invernadero 10 incluye unas paredes laterales 14 y una pared superior 36 que definen el interior 16 del invernadero. Las paredes 14 se forman normalmente con unas aberturas 30 y 31. Una unidad de calentamiento 18 suministra aire caliente 20 a una disposición de conductos 22 dispuestos en o cerca del nivel del suelo y en general por debajo del nivel del follaje de las plantas 12. Las aberturas 24 en los conductos 22 permiten que el aire caliente 20 salga de los conductos 22 hacia arriba hacia el interior 16 para calentar el interior 16. Durante el calentamiento, el aire interior se humedece y los vapores de agua tienden a condensarse en el follaje, resultando en el desarrollo de enfermedades foliares tales como el tizón del tomate (provocado por *Phytophthora infestans*) el moho gris (provocado por *Botrytis cinerea*) y mildiu vellosa en diversos cultivos.

Para evitar la condensación de agua en el follaje, se emplea un procedimiento de ventilación, por lo que el aire medio ambiental 26 entra al interior del invernadero y reemplaza al aire húmedo 28. La ventilación se facilita por medio de uno o más ventiladores 31 colocados en las paredes 14. Adicionalmente, uno o más ventiladores 32 hacen circular el aire dentro del interior 16. El aire medio ambiental que es normalmente frío y con baja humedad absoluta (contenido de vapor de agua) reemplaza al aire más cálido del invernadero y absorbe el exceso de agua que se evapora. Adicionalmente, el invernadero 10 incluye una pantalla 34 permeable o semipermeable que se superpone al interior 16 por debajo de la pared superior 36, lo que permite una mayor reducción de la humedad al evacuar parte del aire húmedo 28 a través de la pantalla 34 y el vapor de agua condensado en la pared superior 36.

Los inventores de la presente invención encontraron que, si bien las soluciones anteriores pueden reducir parcialmente la humedad dentro del interior 16, están lejos de ser óptimas. Esto se debe a que el intercambio de aire con el exterior del invernadero 10 (ya sea a través de las aberturas 30 en la pared 14 o a través de la pared superior 36) provoca pérdidas de calor sustanciales que tienen que compensarse suministrando más energía a la unidad de calentamiento 18. En el contexto de la tendencia actual creciente en los precios del combustible, el coste del calentamiento se ha convertido en un componente principal de los insumos del invernadero. Por lo tanto, la energía adicional necesaria para compensar las pérdidas de calor debidas a la ventilación reduce sustancialmente el margen de beneficio.

Al concebir la presente invención, se ha formulado la hipótesis y, al tiempo que se reduce la presente invención a la práctica, se ha descubierto que el interior de un recinto puede deshumidificarse y opcionalmente calentarse de una manera que ahorra energía.

Antes de explicar al menos una realización de la invención en detalle, debe entenderse que la invención no está

necesariamente limitada en su aplicación a los detalles de construcción y la disposición de los componentes y/o métodos establecidos en la siguiente descripción y/o ilustrados en los dibujos y/o los ejemplos. La invención es capaz de otras realizaciones o de ponerse en práctica o realizarse de diversas maneras.

5 Ahora se hace referencia a la figura 2 que es un diagrama de flujo de un método adecuado para controlar la condición del aire en el interior de un recinto (por ejemplo, un invernadero), de acuerdo con diversas realizaciones a modo de ejemplo de la presente invención.

10 Ha de entenderse que, a menos que se defina de otro modo, las operaciones descritas a continuación pueden ejecutarse de manera contemporánea o secuencial en muchas combinaciones u órdenes de ejecución. Específicamente, el orden de los diagramas de flujo no debe considerarse limitativo. Por ejemplo, dos o más operaciones, que aparecen en la siguiente descripción o en los diagramas de flujo en un orden específico, pueden ejecutarse en un orden diferente (por ejemplo, un orden inverso) o sustancialmente al mismo tiempo. Adicionalmente, varias operaciones descritas a continuación (*por ejemplo.*, una o más de las operaciones en los bloques 101, 102, 105 y 107 de la figura 2) son opcionales y no pueden ejecutarse.

20 El método de las presentes realizaciones comienza en 100 y, opcional y preferentemente, continúa hasta 101 en el que se reduce el transporte de energía térmica a través de las paredes laterales y/o la pared superior del recinto (*por ejemplo.*, minimizado) o se evita. Esto puede lograrse cerrando las aberturas formadas en las paredes laterales o proporcionando al recinto unas paredes laterales que estén desprovistas de dichas aberturas. En diversas realizaciones a modo de ejemplo de la invención, la pared superior del recinto se fabrica no permeable al aire y al vapor de agua. En diversas realizaciones a modo de ejemplo de la invención, una pantalla térmica se superpone al interior del recinto debajo de la pared superior con el fin de mejorar el aislamiento térmico del interior del medio ambiente.

25 La reducción o prevención del transporte de energía térmica es preferentemente con respecto a al menos un tipo de transporte seleccionado del grupo que consiste en convección, conducción y radiación. Más preferentemente, la reducción o prevención es con respecto a al menos a dos, por ejemplo, de todos los tipos de transporte térmico.

30 La reducción o prevención del transporte por convección puede lograrse reduciendo, más preferentemente eliminando, la ventilación. En esta realización, las paredes laterales, la pared superior y/o la pantalla térmica están sellados para la penetración del aire y el vapor de agua a través de las mismas. La reducción o prevención del transporte por conducción puede lograrse usando unas paredes laterales, una pared superior y/o una pantalla térmica que se fabrican de material aislante térmico. La reducción o prevención del transporte por radiación puede lograrse usando unas paredes laterales, una pared superior y/o una pantalla térmica opaca a la radiación térmica, que normalmente está en longitudes de onda muy largas (por ejemplo, alrededor de 10000 carreras o más). En estas realizaciones puede emplearse una pantalla térmica como se detalla más adelante en el presente documento en el presente documento.

40 En diversas realizaciones a modo de ejemplo de la invención, el método continúa opcional y preferentemente hasta 102 en el que la radiación térmica generada dentro del recinto se refleja fuera de la pantalla térmica. Esto puede lograrse usando una pantalla térmica que se fabrica térmicamente reflectante. La reflexión de la radiación térmica es específicamente útil cuando los objetos dentro del recinto (por ejemplo, follaje) están a una temperatura superior a la temperatura de la pantalla térmica. En tales casos, los objetos más calientes emiten una radiación térmica que se refleja por la pantalla térmicamente reflectante de nuevo hacia el interior del recinto. Cuando la temperatura de la pantalla térmica es más alta que la temperatura de los objetos dentro del recinto, la radiación térmica se emite normalmente por la pantalla térmica (en lugar de reflejarse por la misma).

50 El método continúa hasta 103 en el que se recoge aire de una parte inferior del interior. El aire se recoge normalmente de un nivel de altura que está por debajo del nivel de altura promedio del follaje. Debe entenderse que aunque se recoge aire de la parte inferior, la recogida no se realiza necesariamente en la parte inferior del recinto. Por ejemplo, en algunas realizaciones de la presente invención, la recogida de aire se realiza generando un flujo de aire desde la parte inferior del interior hacia arriba en una entrada de aire localizada en la parte superior del interior (por ejemplo, por encima o en el nivel medio de altura del follaje). Con todo, se contemplan también las realizaciones en las que el aire se recoge en la parte inferior del invernadero (por ejemplo, usando una entrada de aire localizada en la parte inferior).

El método continúa hasta 104 en el que se deshumidifica el aire recogido.

60 Como se usa en el presente documento, la deshumidificación es un proceso en el que se reduce el contenido de agua del aire, pero no necesariamente se minimiza o anula. Por lo tanto, un "aire deshumidificado", como se usa en el presente documento, es un aire que tiene un contenido de agua menor en relación con su contenido de agua antes de la deshumidificación. La deshumidificación se realiza de tal manera que se minimiza o elimina la condensación en el follaje mientras se garantiza una humedad suficientemente alta en las proximidades del follaje. Un ejemplo representativo de condiciones adecuadas en la proximidad del follaje es, sin limitación, una temperatura de aproximadamente 18 °C y una humedad relativa de aproximadamente el 80 %.

En diversas realizaciones a modo de ejemplo de la invención, la deshumidificación se efectúa mediante un circuito refrigerante que genera un ciclo térmico. En estas realizaciones, se hace circular un fluido refrigerante entre un evaporador en el que se evapora el fluido refrigerante y un condensador en el que se condensa el fluido refrigerante. A continuación se explicará el ciclo térmico del circuito.

La energía térmica que se necesita para la evaporación del fluido refrigerante dentro del evaporador se suministra por el aire que pasa por el evaporador. Como resultado, el aire recogido, que transporta vapor de agua (emitido, por ejemplo, desde el follaje y el suelo), se enfría al pasar por el evaporador, y al menos parte del contenido de vapor de agua del aire se condensa. El agua condensada se drena y el aire se deshumedece. La condensación del fluido refrigerante libera calor que a su vez se transfiere al aire deshumidificado y enfriado que pasa por el condensador. Por lo tanto, el aire se enfría y deshumidifica por el evaporador y se recalienta por el condensador.

En diversas realizaciones a modo de ejemplo de la invención, el método continúa hasta 105 en el que el aire deshumidificado se calienta adicionalmente usando un intercambiador de calor, como se detalla más adelante en el presente documento.

El método continúa hasta 106 en el que el aire, después de que se ha deshumidificado y opcionalmente calentado adicionalmente, se libera en una parte superior del recinto, con el fin de calentar y deshumidificar el interior del recinto. Por lo tanto, el método de las presentes realizaciones opera como una bomba de calor que recoge aire húmedo de la parte inferior del recinto y libera aire más seco y, opcionalmente, más caliente en la parte superior del recinto. En 107, el método hace circular el aire dentro del recinto, por ejemplo, para distribuir mejor el aire más cálido y más seco en las proximidades del follaje.

El método termina en 108.

Antes de proporcionar una descripción detallada adicional de algunas realizaciones de la presente invención, se prestará atención a las ventajas y a las aplicaciones potenciales que ofrece.

Las presentes realizaciones ofrecen una solución innovadora del problema del exceso de humedad en un recinto al tiempo que disminuyen sustancialmente el consumo de energía al combinar calentamiento, deshumidificación y aislamiento térmico del recinto. Algunas realizaciones de la presente invención son útiles para reducir la humedad en recintos que ya se calientan por otros medios, tal como, por ejemplo, por medio de conductos dispuestos al o cerca del nivel del suelo, como se ha descrito anteriormente haciendo referencia a la figura 1.

El uso de una bomba de calor dentro del recinto permite recalentar el aire inicialmente enfriado suministrándolo con el calor extraído durante la deshumidificación más la energía externa necesaria para accionar el ciclo térmico. Las presentes realizaciones proporcionan por lo tanto un proceso en el que la energía se convierte del calor latente (condensación del vapor de agua) en calor sensible (aumento de la temperatura del aire) con pérdidas térmicas mínimas o nulas al medio ambiente. El consumo de energía de este proceso es menor que el consumo de energía de las técnicas tradicionales ya que parte de la energía se recicla durante el proceso.

Las presentes realizaciones también pueden mejorar la rentabilidad del uso de combustible. Se reconoce que la generación de electricidad va acompañada de la generación de calor. En diversas realizaciones a modo de ejemplo de la invención, la electricidad necesaria para la operación del circuito de refrigerante se produce usando un generador eléctrico colocado en la proximidad o dentro del interior del recinto, y el calor producido por el generador se usa para calentar adicionalmente el aire en el interior del recinto. Esto puede hacerse, por ejemplo, empleando conductos llenos de fluido (gas o líquido) para evacuar el calor del generador y liberarlo en la parte superior del recinto.

En algunas realizaciones de la presente invención, el combustible usado para generar electricidad se selecciona de tal manera que uno de sus subproductos de combustión sea dióxido de carbono. En estas realizaciones, el dióxido de carbono, o al menos una parte del mismo, se libera en el interior del invernadero para facilitar el crecimiento de las plantas en el mismo. El uso mejorado de combustible de acuerdo con las presentes realizaciones también es beneficioso desde el punto de vista de la consideración medio ambiental. Dicho uso puede reducir el calentamiento global al disminuir el uso de combustible y/o reducir la emisión de CO₂ en la atmósfera.

La implementación de las presentes realizaciones para deshumidificar, calentar y/o enriquecer el CO₂ contenido de un invernadero puede generar condiciones de crecimiento apropiadas para las plantas en el invernadero al tiempo que reduce la cantidad de consumo de combustible. Esto mejora el crecimiento y permite al cultivador aumentar su rendimiento.

El método de las presentes realizaciones se ejecuta preferentemente en momentos en que no hay posibilidad de usar los recursos naturales, por ejemplo, la sustitución del aire interior por aire exterior, para secar y eliminar el exceso de humedad y/o mientras se necesita calentamiento. En tales casos, cuando se desee cerrar el recinto, la operación de deshumidificación se activa preferentemente en primer lugar de una manera constante y continua. La bomba de calor convierte el calor latente del aire en calor sensible y agrega energía al aire que equivale aproximadamente a la energía eléctrica invertida en la operación del ciclo de enfriamiento. La operación de calentamiento puede activarse de diversas

formas, según se necesiten las condiciones medio ambientales, el aislamiento térmico del recinto y las condiciones deseadas dentro del recinto.

Las operaciones descritas anteriormente pueden monitorizarse para obtener las condiciones de temperatura y humedad deseadas. Específicamente, la deshumidificación está preferentemente de acuerdo con la humedad relativa, y el proceso de calentamiento está preferentemente de acuerdo con la temperatura del aire. Cuando las condiciones deseadas son estables, el flujo de evaporación es en general constante y por lo tanto el método puede ejecutarse de manera continua y bajo una carga constante.

Un coeficiente de rendimiento (COP) típico del ciclo de deshumidificación básico de las presentes realizaciones descritas anteriormente es, sin limitación, de aproximadamente 5 a aproximadamente 12.

La figura 3 es una ilustración esquemática de un recinto 300 que tiene un interior 302 en el que se emplea el método de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención. El método puede ejecutarse por un aparato 304 que comprende una entrada de aire mostrada en general en 306. La entrada 306 está constituida para recoger aire 308 de una parte inferior 310 del interior 302. El aparato 304 comprende además una unidad de deshumidificación 312 para deshumidificar el aire recogido, y una salida de aire 314 constituida para liberar el aire deshumidificado 330 en una parte superior 318 del interior 302. Opcional y preferentemente, la unidad de deshumidificación 312 es una unidad de deshumidificación y calentamiento que calienta el aire posteriormente a la deshumidificación como se detalla adicionalmente a continuación. El aparato 304 puede colocarse en la parte superior 318 y configurarse para generar un flujo de aire desde la parte inferior 310 en general hacia arriba (por ejemplo, generándose bajo presión en la entrada 306) para permitir la recogida de aire 308. De manera alternativa, el aparato 304 puede extenderse sobre ambas partes del interior 302 de tal manera que la entrada 306 esté en la parte inferior 310 mientras que la salida 314 esté en la parte superior 318.

En la ilustración esquemática de la figura 3 el recinto 300 se muestra como un invernadero para plantas de cultivo 12. En esta realización, la parte inferior 310 se define como la parte que está por debajo del nivel medio de follaje de las plantas 12, y la parte superior 318 se define preferentemente como la parte que está por encima del nivel máximo de follaje de las plantas 12. El nivel medio de follaje y el nivel máximo de follaje se muestran en la figura 3 como las líneas discontinuas 320 y 322, respectivamente.

Las paredes del recinto 300 se diseñan y construyen preferentemente con el fin de reducir o evitar pérdidas térmicas, como se ha detallado más anteriormente en el presente documento. En diversas realizaciones a modo de ejemplo de la invención, las paredes están desprovistas de aberturas o están formadas con aberturas que pueden cerrarse (no mostradas). Las paredes laterales 324 y/o la pared superior 326 están preferentemente selladas para la penetración de aire a través de las mismas. Las paredes laterales 324 y/o la pared superior 326 también pueden fabricarse a partir de un material aislante térmico. Adicionalmente o como alternativa, las paredes laterales 324 y/o la pared superior 326 son opacas a la radiación térmica.

En diversas realizaciones a modo de ejemplo de la invención, el recinto 300 comprende una pantalla térmica 328 para mejorar el aislamiento del interior 302 del medio ambiente. La pantalla 328 es preferentemente opaca a la radiación térmica. En algunas realizaciones de la presente invención, la pantalla térmica es térmicamente reflectante con el fin de reflejar la radiación térmica de vuelta al interior 302, como se ha detallado más anteriormente en el presente documento. Por ejemplo, el interior 302 puede superponerse con una pared doble, por ejemplo, una estructura inflada, sellada que tiene una pantalla térmicamente reflectante 328 unida o integrada con la superficie de la estructura orientada al interior 302. Se aprecia que dicha construcción es contraria a la tendencia tradicional en el campo de las construcciones de invernaderos, por lo que se emplea una pantalla permeable o semipermeable como se ha detallado más anteriormente en el presente documento.

En diversas realizaciones a modo de ejemplo de la invención al menos una de las paredes del recinto, preferentemente la mayoría o todas las paredes son transmisivas a la luz solar, con el fin de permitir que la luz solar dirigida hacia el interior penetre en las paredes.

La distribución de aire dentro del interior 302 de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención se ilustra en la figura 3 por flechas gruesas. El aire deshumidificado y opcionalmente calentado se muestra mediante las flechas de bloque vacío 330. Como se muestra, el aire 330 sale a través de la salida 314 hacia la pantalla 328, y a continuación se refleja hacia las plantas 12 en la parte inferior del recinto. En una disposición de este tipo, el aire 330 evita o al menos reduce la acumulación de agua condensada en la cara interior de la pantalla 328. Por lo tanto, la humedad en la parte superior 318 del interior es relativamente baja.

Mientras fluye en la proximidad de la pantalla 328, el aire transmite calor a la pantalla 328, se enfría y comienza a descender, creando espacio para más aire caliente procedente de la salida 314. El aire parcialmente enfriado se muestra mediante flechas negras 332. La temperatura del aire en la salida 314 se selecciona preferentemente por encima de la temperatura deseada en la parte media del interior de tal manera que el proceso de enfriamiento parcial lleve el aire a la temperatura deseada. Por ejemplo, cuando el recinto es un invernadero para el cultivo de plantas, la temperatura del aire 332 en el nivel medio de follaje 320 puede ser de aproximadamente 17-19 °C, y la temperatura

del aire 330 en la salida 314 es superior a 20 °C. Ya que el aire 330 proviene de una región en la que la humedad es relativamente baja, el aire 330 evita o reduce la acumulación de agua condensada en el follaje de las plantas 12. Mientras pasa por el follaje, el aire 330 recoge el vapor de agua (calor latente) y suministra calor sensible. Por lo tanto, el aire 330 se está enfriando. El proceso de enfriamiento del aire continúa mientras el aire continúa descendiendo. El aire frío en la parte inferior 310 se muestra mediante flechas estampadas 308.

Ya que la entrada 306 genera en su proximidad un flujo de aire desde la parte inferior 310 hacia arriba, se produce la circulación, por lo que en localizaciones relativamente distantes del aparato 304, el aire 308 en la parte inferior 310 fluye en la dirección del aparato 304. Otra contribución a la circulación es el flujo de aire 314 a través de la salida 314 lejos del aparato 304. Ya que el aire 308 es más frío que el aire 332, el movimiento del aire 308 es principalmente a lo largo de la dirección horizontal, en particular en regiones que están relativamente distantes del aparato 304. A su vez, el aire 332 continúa enfriándose y descendiendo.

Las figuras 4A-B muestran la distribución de velocidad (figura 4A) y la distribución de temperatura (figura 4B) obtenidas mediante simulaciones informáticas realizadas por los inventores de la presente invención. En las figuras 4A-B, las líneas rojas corresponden a una temperatura y velocidad más altas, y las líneas verdes corresponden a una temperatura y velocidad más bajas. Como se muestra, en la figura 4B, la temperatura del aire en la parte inferior es más baja que la temperatura del aire en la parte superior. Un efecto similar se muestra en la figura 4A, la velocidad del aire en la parte inferior es en general más baja que la velocidad del aire en la parte superior.

La construcción del aparato 304, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención se ilustra en las figuras 5A-G.

El aparato 304 comprende preferentemente una carcasa 340, que tiene una sección de entrada ensanchada hacia fuera 342 en un extremo (el extremo inferior), una sección de salida ensanchada hacia fuera 344 en el extremo opuesto, y una garganta 346 relativamente estrecha que interconecta los extremos de entrada y salida. En algunas realizaciones de la presente invención se emplea una carcasa común, por lo que todos los elementos del aparato 304 están dentro de la misma carcasa. En otras realizaciones, se emplea más de una carcasa, por ejemplo, puede introducirse una unidad de deshumidificación en una carcasa y puede introducirse una unidad de calentamiento en otra carcasa. También se contemplan configuraciones en las que la sección de entrada ensanchada hacia fuera 342 está en una carcasa y la sección de salida ensanchada hacia fuera 344 está en otra carcasa.

Una configuración de carcasa de este tipo puede producirse proporcionando una carcasa que tenga un extremo inferior en general de manera cilíndrica para definir la sección de entrada 342, y ahusarse hacia un diámetro pequeño en una parte intermedia para definir la garganta 346, y a continuación ahusarse a un diámetro ligeramente mayor hacia el extremo superior para definir la sección de salida 344; y proporcionando un deflector cónico 348 en su extremo inferior, y otro deflector cónico más pequeño 350 en su extremo superior. La sección de entrada 342 introduce aire 308 desde el interior del recinto, mientras que la sección de salida 344 devuelve aire al recinto, después de que el aire que pasa a través de la carcasa se haya tratado por diversos dispositivos dentro de la carcasa con el fin de controlar sus condiciones, tal como la temperatura y la humedad.

La sección de entrada ensanchada hacia fuera 342 de la carcasa 340 aloja la unidad de deshumidificación 312. En diversas realizaciones a modo de ejemplo de la invención, la unidad 312 comprende un evaporador 350 y un condensador 352. El evaporador 350 y el condensador 352 constituyen una bomba de calor que incluye un fluido refrigerante (no mostrado) que circula a través de los mismos por una válvula de expansión 345 para reducir la presión del fluido refrigerante, y un compresor 356, accionado por un motor externo (no mostrado), para presurizar el fluido refrigerante alimentado al condensador 352. Por lo tanto, el evaporador 350 es eficiente para recibir el aire que entra desde el recinto a través de la sección de entrada 342, enfriar el aire de entrada y provocar la condensación del agua en el mismo, como se ha detallado más anteriormente en el presente documento. Al menos parte del vapor de agua se condensa en la superficie exterior del evaporador 350 para su drenaje, a través del drenaje de salida 358, desde la carcasa 340 y opcionalmente también desde la carcasa 300 (no mostrado, véase la figura 3). El condensador 352 es eficiente para recibir el aire 360 enfriado y deshumidificado del evaporador 350 para recalentar el aire como se ha detallado más anteriormente en el presente documento. El aire deshumidificado que fluye desde el condensador 352 se muestra en 364.

El flujo de aire desde el evaporador 350 al condensador 352 y el flujo de aire que sale del condensador 352 no son necesariamente iguales. Las figuras 5A y 5B ilustran realizaciones en las que sustancialmente todo el aire recogido 308 pasa en primer lugar por el evaporador 350 y a continuación pasa por el condensador 352. Esto corresponde a realizaciones en las que el flujo de aire en el evaporador 350 es sustancialmente el mismo que el flujo de aire en el condensador 352. La figura 5C ilustra una realización en la que parte del aire 308 pasa al evaporador 350 y a continuación al condensador 352, mientras que otra parte del aire 308 pasa por el condensador 352 sin pasar por el evaporador 350. Esto corresponde a realizaciones en las que el flujo de aire en el evaporador 350 difiere del flujo de aire en el condensador 352. Puede emplearse un análisis gráfico psicrométrico para seleccionar la relación entre los flujos de aire en el evaporador 350 y en el condensador 352 con el fin de optimizar el rendimiento del aparato 304 de acuerdo con el nivel deseado de deshumidificación.

El aire deshumidificado puede bombearse por un ventilador 362 accionado por un motor 366 para liberar el aire a través de la sección de salida 344. El ventilador 362 puede alojarse en la garganta 346 de la carcasa 340.

En diversas realizaciones a modo de ejemplo de la invención, el aparato 304 comprende un intercambiador de calor 368 para calentar adicionalmente el aire antes de regresar al recinto a través de la salida de carcasa 344. El intercambiador de calor 368 puede alojarse en la sección de garganta 346, como se ilustra en las figuras 5A, 5C y 5D, o puede alojarse en la sección de entrada 342 adyacente al condensador 352 como se ilustra en la figura 5B. Cuando el intercambiador de calor 368 está alojado en la sección de garganta 346, el ventilador 362 recibe aire precalentado pero deshumidificado que sale del condensador 352 y lo expulsa del ventilador en la dirección del intercambiador de calor 368. Cuando el intercambiador de calor 368 está alojado en la sección de entrada 342, el ventilador 362 recibe aire deshumidificado y calentado que fluye desde el intercambiador de calor 368 y sopla el aire a través de la salida 314. También se contemplan realizaciones en las que se emplean varios intercambiadores de calor 368, por ejemplo, uno alojado en la sección de garganta 346 y otro alojado en la sección de entrada 342.

Puede usarse cualquier fuente de calor para el intercambiador de calor 368. En algunas realizaciones de la presente invención, el intercambiador de calor 368 es un intercambiador de calor de tipo líquido que está en comunicación de fluidos con las líneas de líquido. El líquido caliente que entra en el intercambiador de calor 368 desde una línea de entrada 270 calienta el intercambiador de calor 368 que a su vez calienta el aire que pasa por el mismo. El líquido enfriado se evacúa por una línea de salida 272. Otros tipos de intercambiadores de calor no están excluidos del alcance de la presente invención.

El evaporador 350 y el condensador 352 pueden tener una configuración circular o toroidal coaxiales entre sí. Cuando el intercambiador de calor 368 está adyacente al condensador 352, también puede tener una configuración circular o toroidal coaxial con el evaporador 350 y el condensador 352. Cuando, el intercambiador de calor 368 está alojado en la sección de garganta 346 y es preferentemente coaxial con el eje de carcasa 360.

La figura 5D ilustra una configuración en la que el fluido refrigerante que sale del condensador 352 se enfría adicionalmente mediante el aire 360 enfriado y deshumidificado entre el evaporador 350 y el condensador 352. En esta realización, un subcircuito de refrigerante 374 puede desplegarse entre el evaporador 350 y el condensador 352 en la trayectoria de flujo del aire 360. El fluido refrigerante puede hacerse fluir fuera del condensador 352, a través del subcircuito 374 y al evaporador 350, de tal manera que el aire 360 enfría el fluido refrigerante antes de su entrada en la válvula de expansión 345 y el evaporador 350. La ventaja de esta realización es que aumenta el coeficiente de rendimiento sin aumentar la diferencia de temperatura que caracteriza el ciclo térmico.

La figura 5E ilustra una configuración en la que el aire recogido 308 del recinto se preenfria por el aire enfriado y deshumidificado 360 entre el evaporador 350 y el condensador 352. El aparato ilustrado en la figura 5E es básicamente el mismo que el descrito anteriormente y, por lo tanto, se han usado los mismos números de referencia para identificar las partes correspondientes. Con todo, por claridad de presentación, se han omitido varias partes de la ilustración de la figura 5E. La modificación es la localización de la entrada 306 en la parte inferior de la sección de entrada 342 y el suministro de un intercambiador de calor aire-aire 354 entre el evaporador 350 y el condensador 352. Otra modificación mostrada en la figura 5E es el suministro de una trayectoria de flujo del aire 276 para guiar el aire 308 a través del mismo. El intercambiador de calor aire-aire 354 es eficiente para preenfriar el aire que entra en el aparato desde el recinto mediante el aire enfriado que sale del evaporador 350. La trayectoria 276 comienza en la entrada 306, pasa por el intercambiador 354 y continúa hacia el lado opuesto del evaporador 350 (alejándose del condensador 352). Ya que la trayectoria 276 se intercepta con la trayectoria de flujo del aire 360, el aire recogido 308 que fluye en la trayectoria 276 interactúa con el aire 360 antes de interactuar con el evaporador 250. Por lo tanto, el aire recogido se preenfria con el aire 360. La ventaja de esta realización es que aumenta la eficiencia del proceso de deshumidificación.

Las figuras 5F-G ilustran una configuración en la que se permite que el aire 364 (el aire deshumidificado que fluye desde el condensador 352) se mezcle con el aire 378 procedente del interior del recinto. La mezcla 380 del aire 364 y el aire 378 pasa al intercambiador de calor 368 para calentarse y la mezcla calentada 382 se libera fuera del aparato 304 a través de la salida 314. La figura 5F ilustra una realización en la que el aire 380 se calienta por el intercambiador de calor 368 y continúa para fluir dentro de la sección de salida ensanchada hacia fuera 344 antes de su vuelta al recinto a través de la salida 314, y la figura 5G ilustra una realización en la que el intercambiador de calor 368 está colocado en la salida 314.

En las realizaciones en las que el aire 364 se mezcla con el aire 378 (como las ilustradas en las figuras 5F-G), El aparato 304 comprende preferentemente una entrada de aire adicional 306' a través de la que entra el aire 378 del recinto. La succión del aire 378 en la trayectoria de flujo del aire 364 y la mezcla entre el aire 364 y el aire 378 puede facilitarse por medio de un ventilador adicional 362' que puede obtenerse de un motor adicional 366'. En esta realización, la entrada de aire adicional 306' está entre el ventilador 362 y el ventilador 362'. La ventaja de mezclar el aire 364 con el aire 378 antes del calentamiento es que esta configuración permite controlar la diferencia de temperatura entre el aire 382 liberado y el aire en el recinto en las proximidades de la salida 314. Tal control evita la formación de una región de alta temperatura cerca del aparato 304, por lo que facilita una mejor distribución de la temperatura dentro del recinto.

Pueden desplegarse varios aparatos en un recinto con el fin de aumentar la eficiencia sobre la condición del aire que se controla de manera eficiente. La figura 6 es una ilustración esquemática de una vista superior del recinto 300 en realizaciones en las que se despliegan diversos aparatos similares al aparato 304 dentro del interior del recinto. Como se muestra en la figura 6 son una pluralidad de aparatos 304, unas líneas de líquido de entrada 270 para el suministro de energía térmica a los intercambiadores de calor (no mostrados, véanse las figuras 5A-E) del aparato 304, unas líneas de salida de líquido 272 para devolver el líquido enfriado lejos de los intercambiadores de calor, y unas líneas de alimentación 278 para suministrar alimentación al aparato 304 (por ejemplo, para activar el compresor 356 y similares). Un sistema combinado de calor y alimentación 280, que puede colocarse cerca del recinto 300 controla el suministro de alimentación y calor a las líneas de líquido y alimentación.

Se espera que durante la vigencia de una patente que madura a partir de esta solicitud, se desarrollarán muchas tecnologías de deshumidificación relevantes y se pretende que el alcance de la expresión unidad de deshumidificación incluya todas estas nuevas tecnologías a priori. Tal y como se usa en el presente documento, el término "aproximadamente" se refiere a $\pm 10\%$.

Los términos "comprende", "que comprende", "incluye", "que incluye", "que tiene" y sus formas conjugadas significan "que incluye, pero sin limitación".

El término "que consiste en" significa "que incluye y limitado a". La expresión "que consiste esencialmente en" significa que la composición, el método o la estructura pueden incluir ingredientes, etapas y/o partes adicionales, pero solo si los ingredientes, las etapas y/o las partes adicionales no alteran materialmente las características básicas y novedosas de la composición, el método o la estructura reivindicados.

Como se usa en el presente documento, las formas en singular "un", "una" y "el/la" incluyen referencias en plural, a no ser que el contexto indique claramente otra cosa. Por ejemplo, el término "un compuesto" o "al menos un compuesto" puede incluir una pluralidad de compuestos, incluyendo mezclas de los mismos. A lo largo de esta solicitud, pueden presentarse diversas realizaciones de esta invención en un formato de intervalo. Debe entenderse que la descripción en formato de intervalo es simplemente por conveniencia y brevedad y no debería interpretarse como una limitación inflexible en el alcance de la invención.

Siempre que se indique un intervalo numérico en el presente documento, se pretende incluir cualquier número citado (fraccionario o integral) dentro del intervalo indicado. Las expresiones "que varía(n) entre" un primer número de indicación y un segundo número de indicación y "que varía(n) de" un primer número de indicación "a" un segundo número de indicación, se usan en el presente documento de manera intercambiable y se pretende que incluyan los números primero y segundo indicados y todos los números fraccionarios e integrales entre los mismos.

Se aprecia que ciertas características de la invención, las cuales, para mayor claridad, se describen en el contexto de realizaciones separadas, también pueden proporcionarse en combinación en una sola realización. Ciertas características descritas en el contexto de diversas realizaciones no deben considerarse características esenciales de esas realizaciones, a menos que la realización no funcione sin esos elementos.

Diversas realizaciones y aspectos de la presente invención como se delinean anteriormente y de acuerdo con la sección de reivindicaciones a continuación encuentran apoyo en los siguientes ejemplos.

Ejemplo

Ahora se hace referencia a los siguientes ejemplos, que junto con las descripciones anteriores ilustran algunas realizaciones de la invención de manera no limitativa.

Los cálculos económicos para las realizaciones en las que el recinto es un invernadero fueron realizados por el presente Inventor basándose en las siguientes suposiciones:

Un aparato por 1000 m² del área del invernadero. Condiciones deseadas en invernadero, aproximadamente 18 °C y una humedad relativa de aproximadamente el 80 %.

Flujo de transpiración de la planta: aproximadamente 40 g/m² por hora.

Coste del combustible: alrededor de USD 600 por tonelada.

Coste de la alimentación: alrededor de 0,1 USD por kWh.

Coefficiente de rendimiento (COP) del ciclo de deshumidificación: aproximadamente 6.

La evitación del reemplazo de aire para eliminar el exceso de humedad, de acuerdo con las realizaciones preferidas de la presente invención, es equivalente a aproximadamente 6 l/h por 1000 m² de invernadero, que son aproximadamente 8,7 toneladas de combustible por temporada (1440 horas) en condiciones semiáridas, por una inversión en energía eléctrica de 14400 kWh, lo que equivale a una entrada de calentamiento adicional de 1,5

toneladas de combustible.

El número anual de horas de calentamiento puede variar en todo el mundo, dentro del intervalo de 1000 (áreas calientes) a 3000 (áreas frías).

5 De manera adicional, en algunas realizaciones de la presente invención, hay una disminución significativa de las emisiones de gases de efecto invernadero (CO₂): por cada tonelada de combustible ahorrada se evita la emisión de 3 toneladas de gases de efecto invernadero.

10 La contribución de la técnica de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, se ha estimado, para las condiciones israelíes, por comparación entre un invernadero de control en el que se mantienen las condiciones deseadas (sin mojar) por medio de calentamiento y ventilación nocturna, y un invernadero en el que se emplea la técnica de las presentes realizaciones. La estimación se realizó para dos pantallas térmicas que permiten un ahorro energético del 40 y 60 % (en adelante conjunto I y conjunto II, respectivamente). Los resultados se resumen en la
15 Tabla 1.

Tabla 1

	Consumo de combustible (toneladas por temporada)	Consumo eléctrico adicional (kWh por temporada)	Consumo de combustible (%)
Control	20-24	0	100
Conjunto I	6-9	14400	25-45
Conjunto II	3,5-5	14000	15-25

20 Aunque la invención se ha descrito junto con realizaciones específicas de la misma, es evidente que muchas alternativas, modificaciones y variaciones serán evidentes para los expertos en la materia. Por consiguiente, se pretende abarcar todas esas alternativas, modificaciones y variaciones que se encuentran dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

25 La cita o identificación de cualquier referencia en la presente solicitud no se interpretará como una admisión de que dicha referencia está disponible como técnica anterior de la presente invención. En la medida en que se usen títulos de sección, no deben interpretarse como necesariamente limitantes.

REIVINDICACIONES

1. Un método (100) para controlar las condiciones del aire en un interior (302) de un recinto de invernadero (300) para el cultivo de plantas (12), que comprende:

recoger (103) aire de una parte inferior (310) del interior (302), por debajo del nivel medio de follaje (320) de las plantas (12),
deshumidificar (104) dicho aire recogido (308), liberar (106) dicho aire deshumidificado en una parte superior (318) del interior (302), y
hacer circular (107) dicho aire deshumidificado dentro del recinto de invernadero (300) para distribuir mejor dicho aire liberado en las proximidades del follaje de las plantas (12), en el que mientras dicho aire deshumidificado pasa por el follaje, dicho aire deshumidificado recoge vapor de agua y se enfría suministrando calor sensible, controlando de este modo las condiciones del aire en el interior (302) del recinto de invernadero (300).

2. El método (100) de la reivindicación 1, que comprende además reducir o evitar (101) el transporte de energía térmica a través de una pared superior (326) del recinto de invernadero (300).

3. El método (100) de la reivindicación 2, que comprende además reflejar (102) la radiación térmica de una pantalla térmica (328) que se superpone a dicho interior (302) por debajo de dicha pared superior (326).

4. El método (100) de cualquiera de las reivindicaciones 1-3, que comprende además calentar (105) dicho aire deshumidificado antes de dicha liberación (106) de dicho aire en dicha parte superior (318) del interior (302).

5. El método (100) de cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que dicha deshumidificación (104) comprende usar una unidad de deshumidificación (312) que hace circular un fluido refrigerante en la misma, teniendo dicha unidad un evaporador (350) en el que se evapora dicho fluido refrigerante y un condensador (352) en el que se condensa dicho fluido refrigerante, en el que dicho aire se enfría y se deshumidifica por dicho evaporador (350) y se calienta por dicho condensador (352).

6. El método (100) de cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que el recinto de invernadero (300) comprende una pared superior (326) y unas paredes laterales (324) que definen dicho interior (302), y donde el método comprende además sellar dicha pared superior (326) y dichas paredes laterales (324) del recinto de invernadero (300) con el fin de evitar la penetración de aire y vapor de agua a través de las mismas.

7. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en el que dicho aire se recoge y se libera con el fin de mantener, en todo momento, una temperatura media que sea más baja en dicha parte inferior (310) que en dicha parte superior (318).

8. Un sistema de invernadero, que comprende:

un recinto de invernadero (300) que tiene un interior (302) que contiene plantas (12) que crecen en el mismo; y un aparato (304) colocado dentro de dicho interior (302) de dicho recinto de invernadero (300) para controlar las condiciones del aire en dicho interior (302);
en el que dicho aparato (304) comprende, una entrada de aire (306), una unidad de deshumidificación (312) y una salida de aire (314);
en el que dicha entrada de aire (306) está configurada para recoger aire de una parte inferior (310) del interior (302), por debajo del nivel medio de follaje (320) de las plantas (12),
en el que dicha unidad de deshumidificación (312) está configurada para deshumidificar dicho aire recogido (308), en el que la parte inferior es la parte que está por debajo del nivel medio de follaje de las plantas, y en el que dicha salida de aire (314) está configurada para liberar dicho aire deshumidificado en una parte superior (318) del interior (302), por encima del nivel máximo de follaje (322), y haciendo circular dicho aire deshumidificado dentro del recinto de invernadero (300) para distribuir mejor dicho aire liberado en las proximidades del follaje de las plantas (12), para permitir que dicho aire deshumidificado recoja vapor de agua y se enfríe suministrando calor sensible al follaje mientras pasa por el follaje.

9. El sistema de la reivindicación 8, en el que dicho recinto de invernadero (300) comprende una pantalla térmica (328) que se superpone a dicho recinto de invernadero (300) y que está configurada para reducir o evitar el transporte de energía térmica a través de dicha pantalla térmica (328).

10. El sistema de la reivindicación 9, en el que dicha entrada (306) está configurada para generar en sus proximidades un flujo de aire desde dicha parte inferior (310) hacia arriba con el fin de efectuar la circulación, en el que dicha salida (314) está configurada para liberar dicho aire deshumidificado hacia dicha pantalla térmica (328) para permitir que dicho aire deshumidificado transmita calor a dicha pantalla térmica (328), se enfríe y descienda, de tal manera que el flujo de aire (308) en la parte inferior (310), siendo dicho aire (308) más frío que un aire descendente y parcialmente enfriado (332), sea principalmente a lo largo de una dirección horizontal.

11. El sistema de la reivindicación 10, en el que dicha pantalla térmica (328) es térmicamente reflectante con el fin de reflejar la radiación térmica.

5 12. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 9-11, en el que dicho aparato (304) está configurado para recoger y liberar dicho aire con el fin de mantener, en todo momento, una temperatura media que sea más baja en dicha parte inferior (310) que en dicha parte superior (318).

10 13. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 7-11, en el que dicha unidad de deshumidificación (312) está configurada para hacer circular un fluido refrigerante en la misma y comprende:

un evaporador (350) configurado para evaporar dicho fluido refrigerante para deshumidificar y enfriar de este modo dicho aire recogido, y
un condensador (352) configurado para condensar dicho fluido refrigerante para calentar de este modo dicho aire deshumidificado y enfriado.

15 14. El método (100) o sistema de cualquiera de las reivindicaciones 5 y 13, en el que dicha unidad de deshumidificación (312) es una unidad de calentamiento y deshumidificación (312) que comprende un intercambiador de calor (368) para calentar dicho aire deshumidificado antes de dicha liberación de dicho aire en dicha parte superior (318) del interior (302).

20

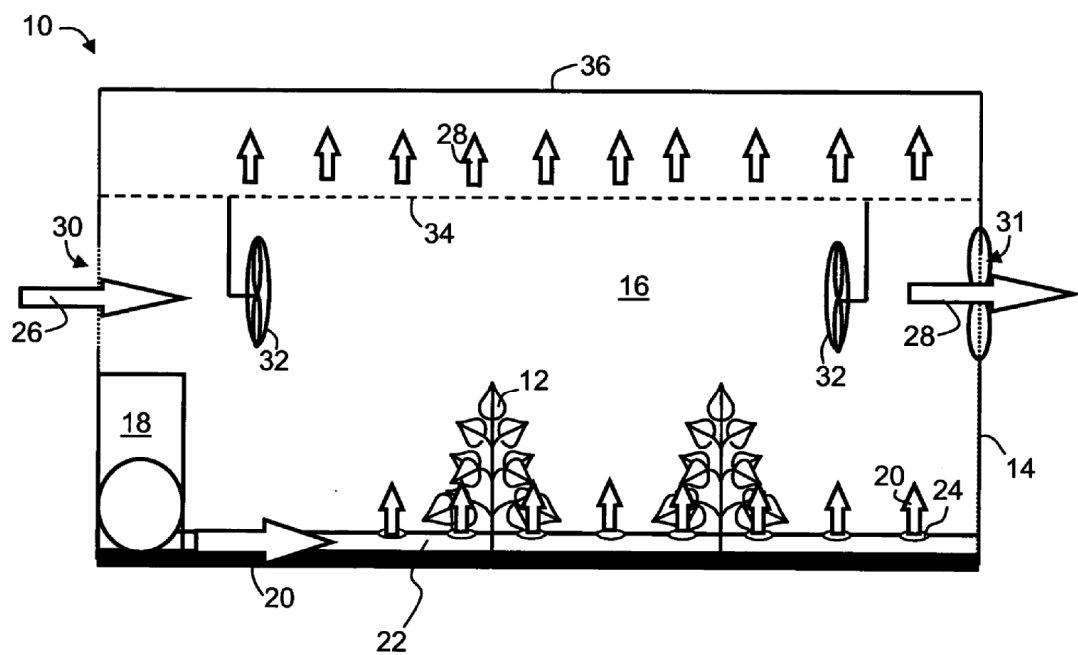


FIG. 1

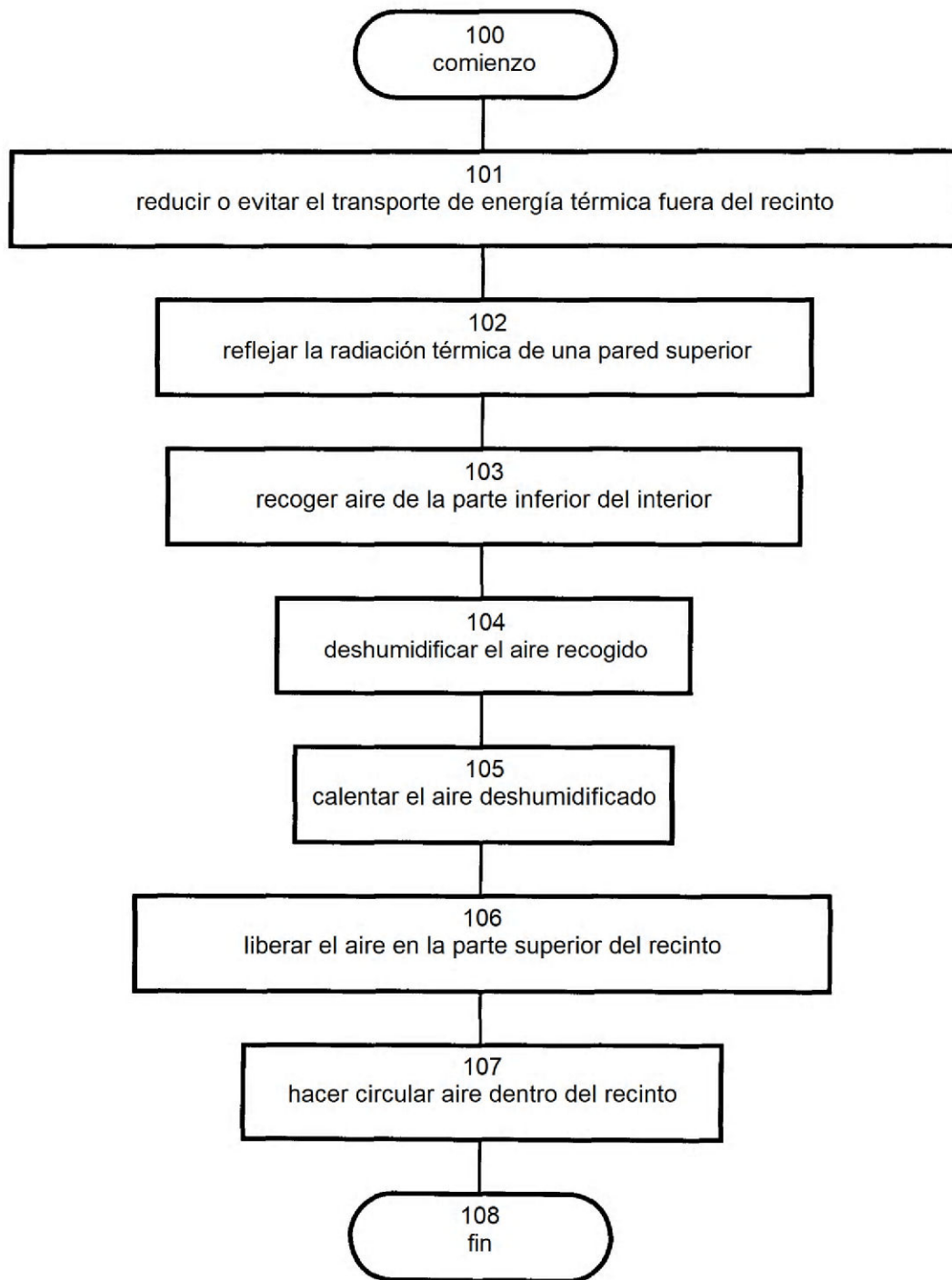


FIG. 2

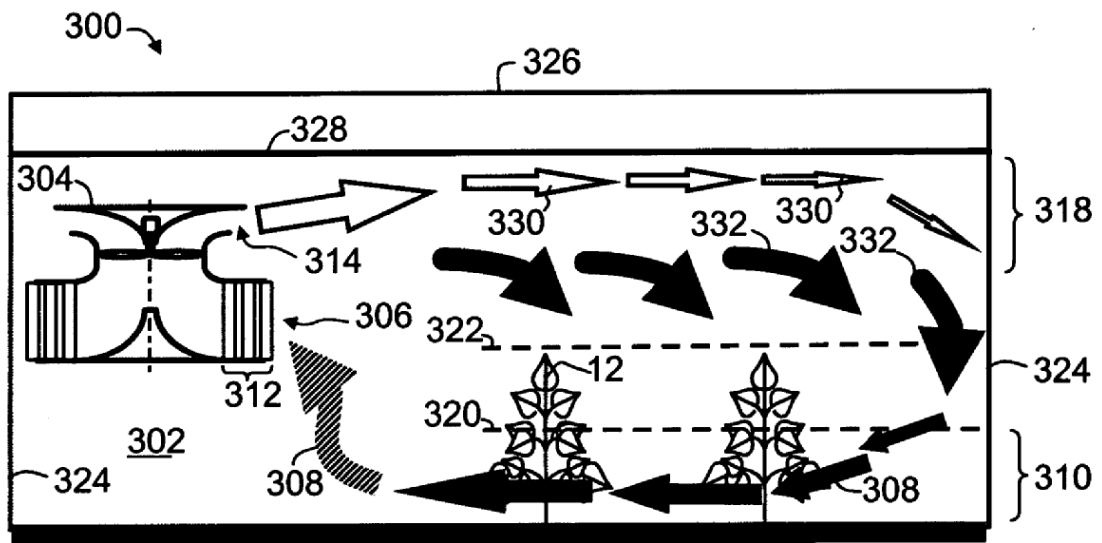


FIG. 3

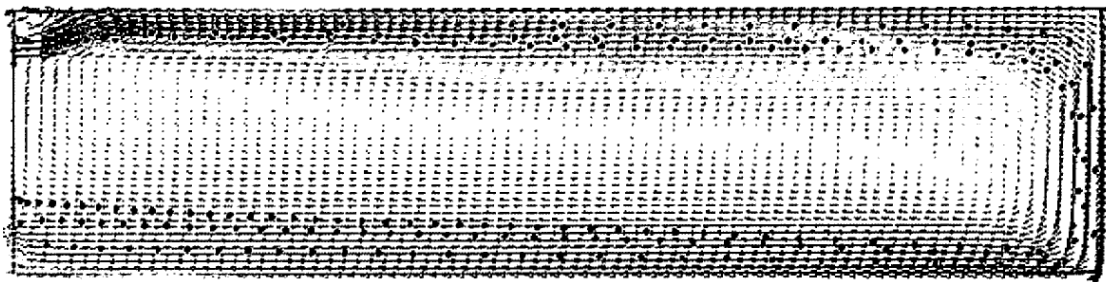


FIG. 4A



FIG. 4B

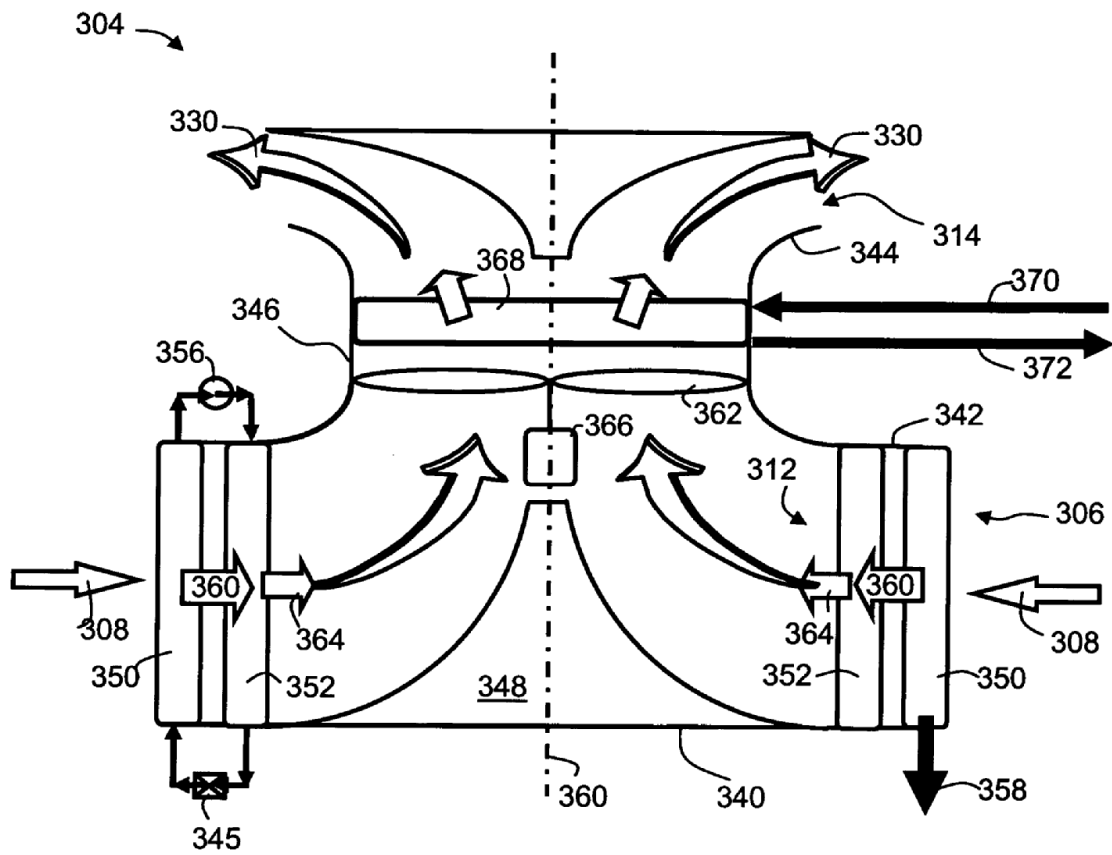


FIG. 5A

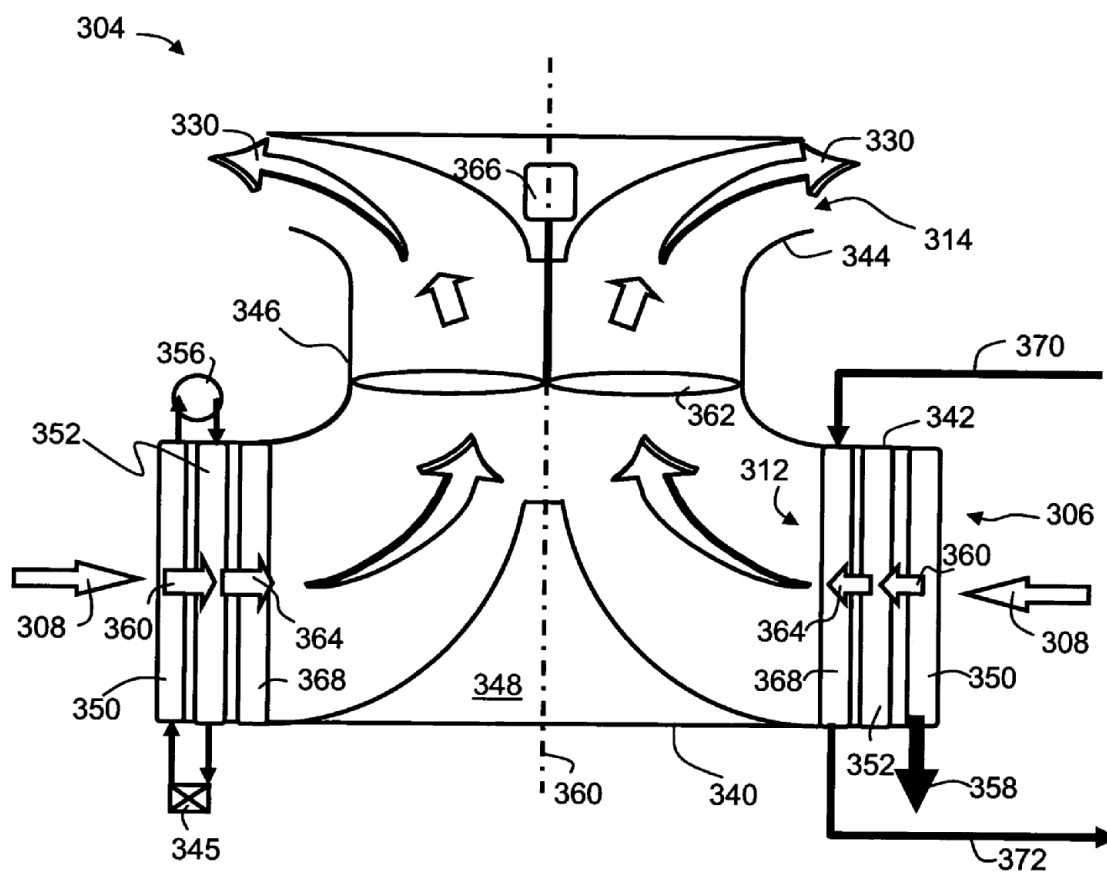


FIG. 5B

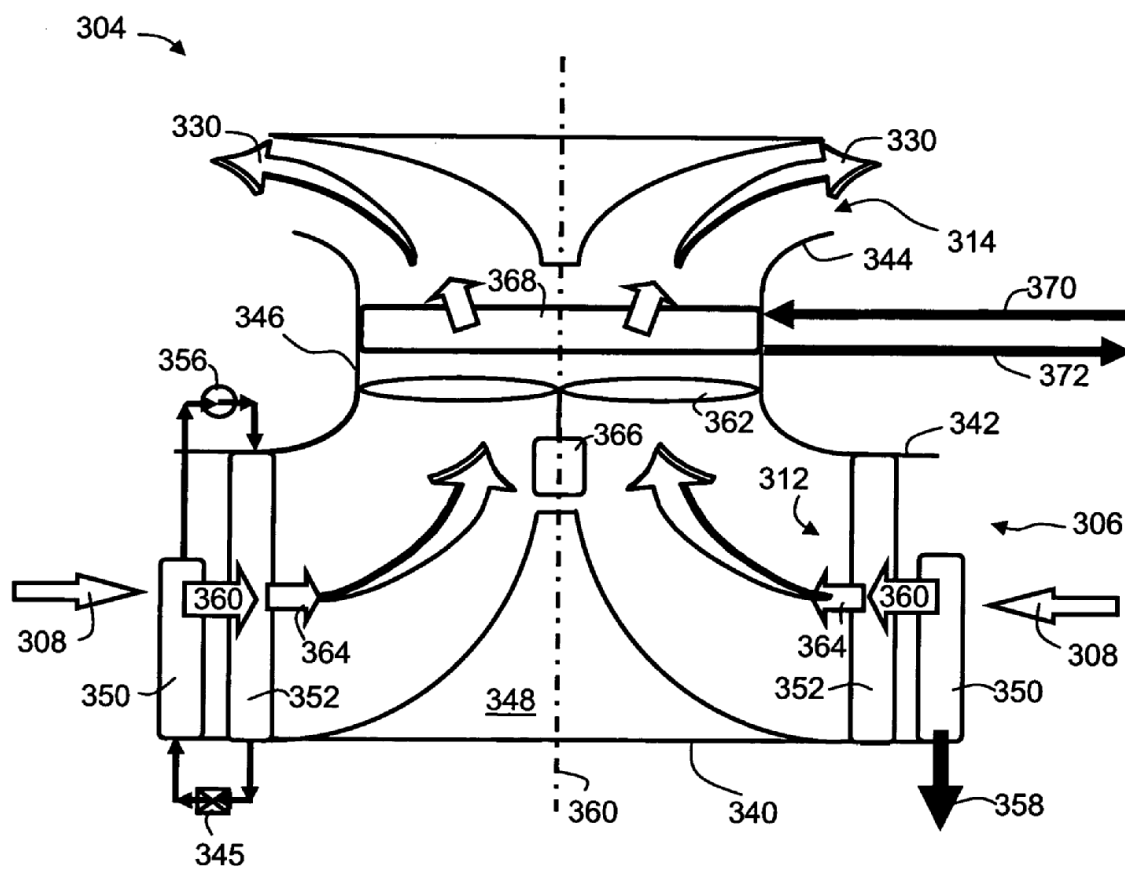


FIG. 5C

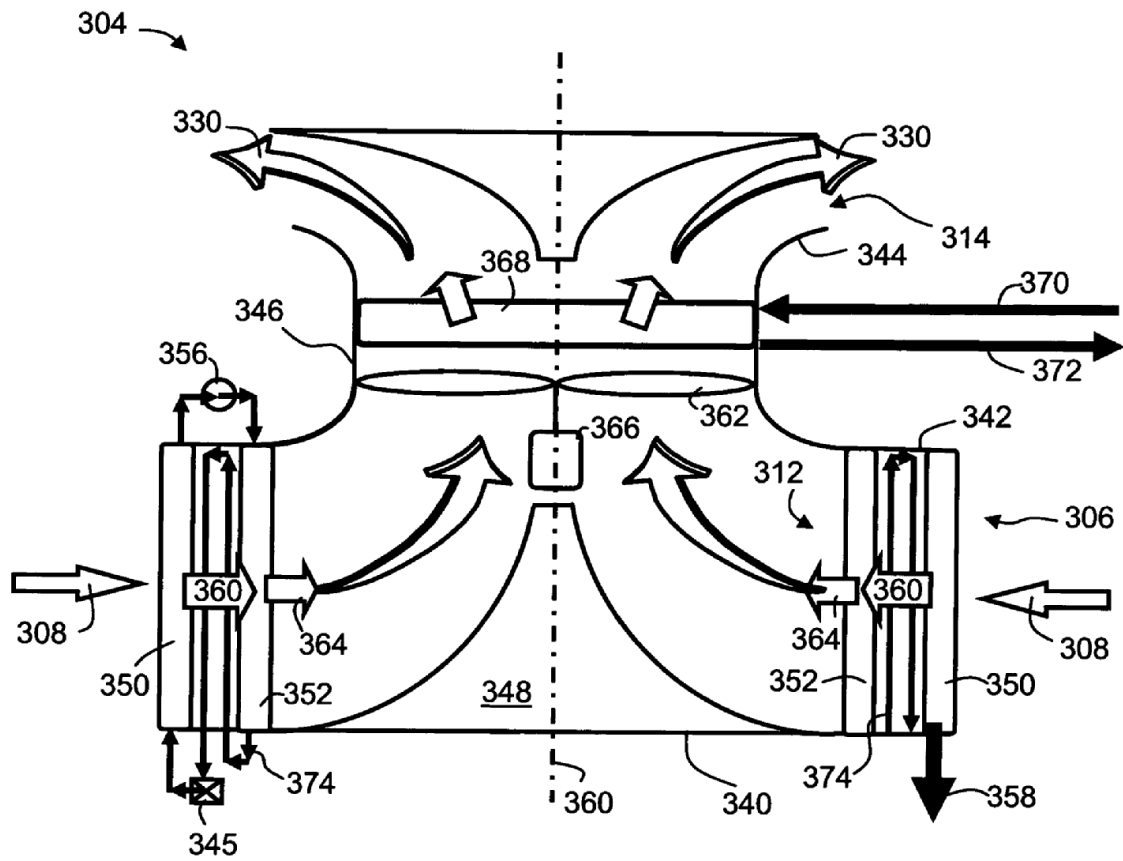


FIG. 5D

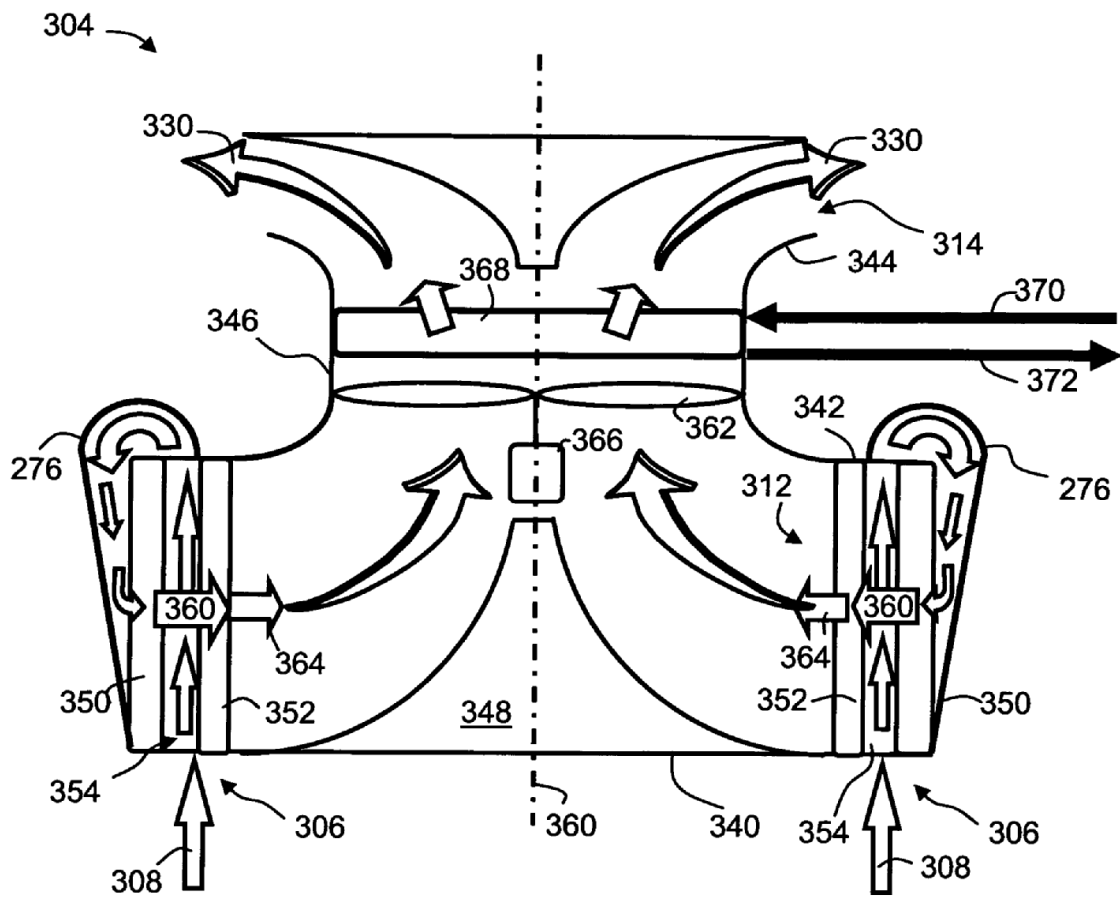


FIG. 5E

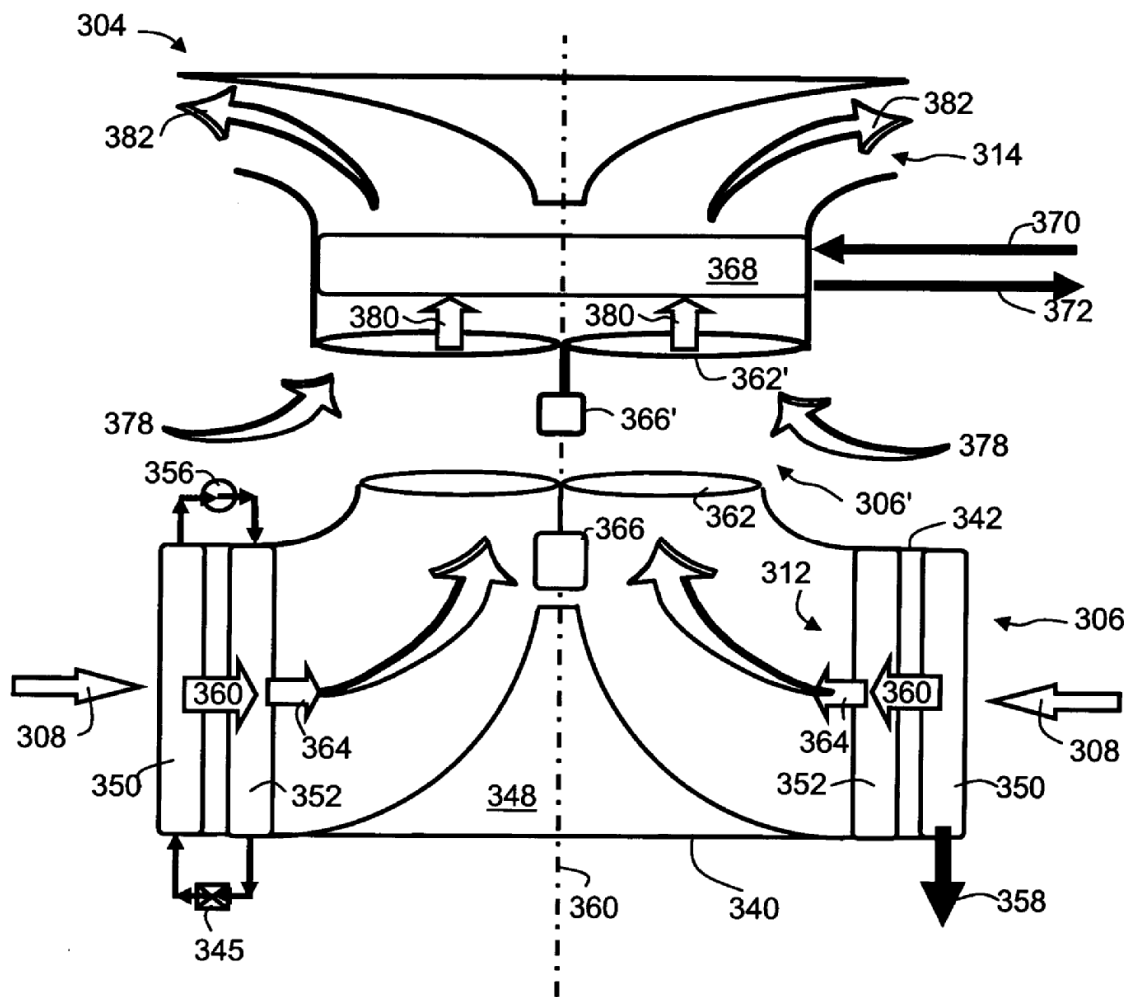


FIG. 5F

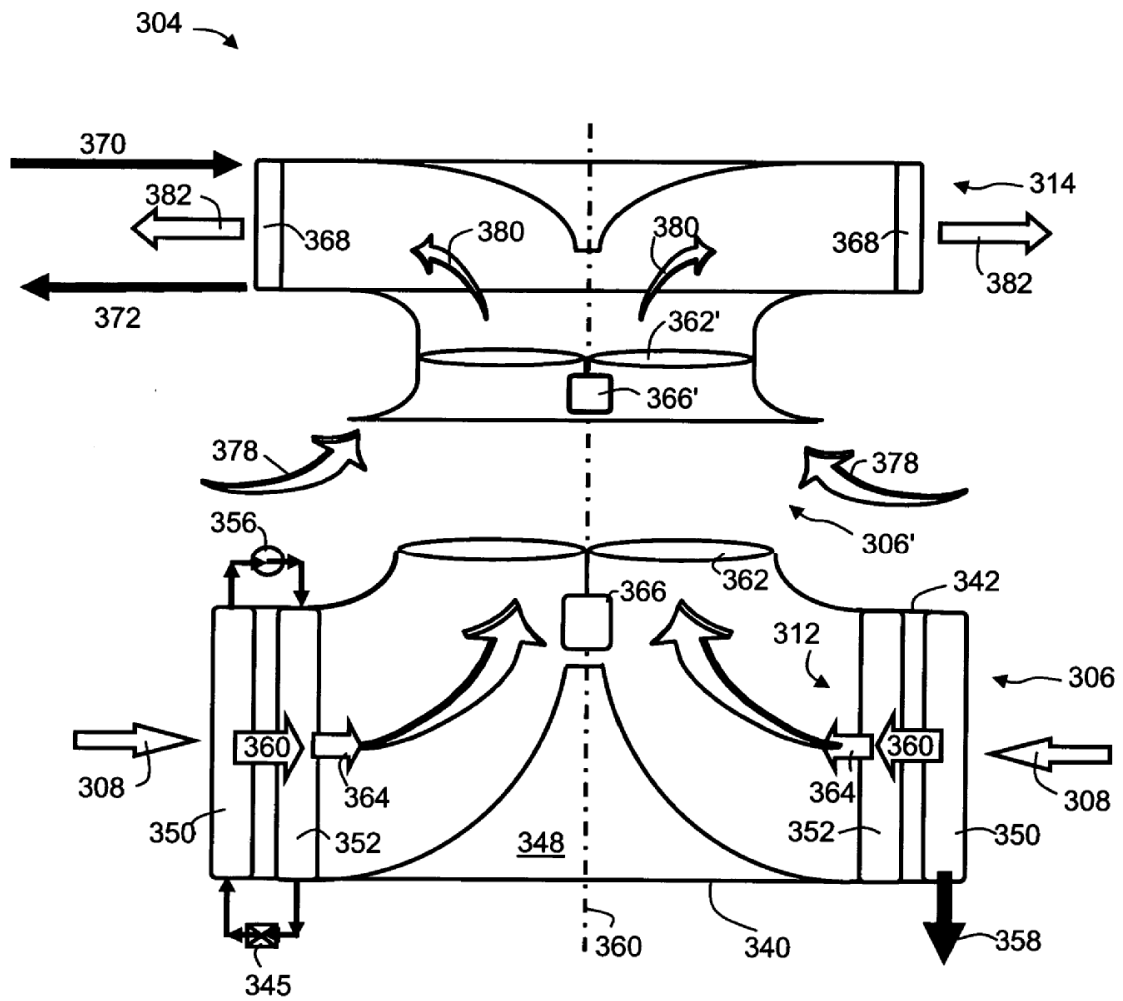


FIG. 5G

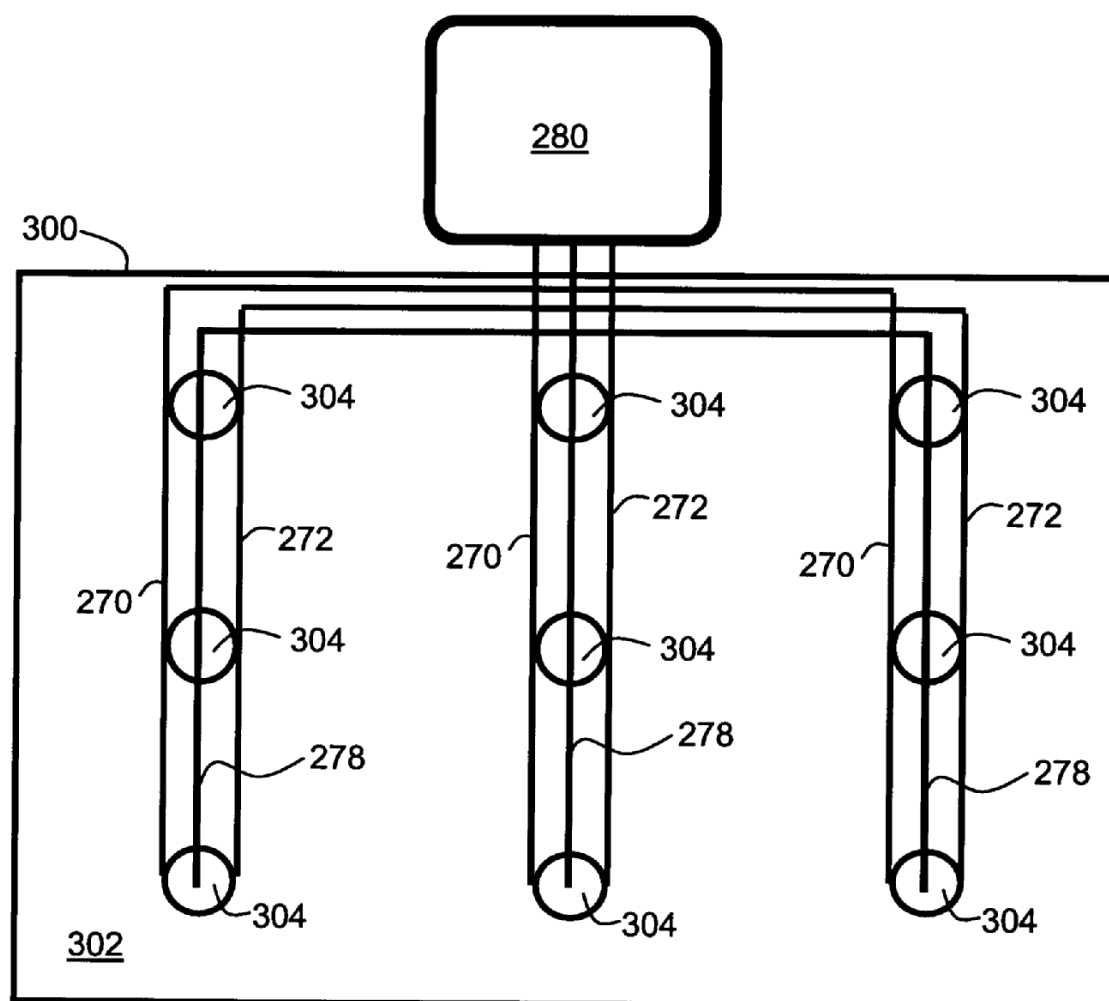


FIG. 6